

**NILSON UBIRAJARA ALMEIDA**

**O CONTROLE DO RUÍDO AMBIENTAL EM EMPRESAS DA CIDADE  
INDUSTRIAL DE CURITIBA**

**CURITIBA**

**2008**

**NILSON UBIRAJARA ALMEIDA**

**O CONTROLE DO RUÍDO AMBIENTAL EM EMPRESAS DA CIDADE  
INDUSTRIAL DE CURITIBA**

Dissertação de Mestrado apresentada  
como requisito para obter o título de  
Mestre em Engenharia Mecânica do  
curso de mestrado em Engenharia  
Mecânica da Universidade Federal do  
Paraná, na área de concentração em  
Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Jair Mendes  
Marques

**CURITIBA**

**2008**

# **TERMO DE APROVAÇÃO**

**NILSON UBIRAJARA ALMEIDA**

## **O CONTROLE DO RUÍDO AMBIENTAL EM EMPRESAS DA CIDADE INDUSTRIAL DE CURITIBA**

Dissertação aprovada como requisito parcial à obtenção de grau de mestre em Engenharia Mecânica, área de Acústica, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Aloísio Leoni Schmid

UFPR

Prof. Dr. Arcanjo Lenzi

UFSC

Prof. Dr. Ramón S. Cortés Paredes

UFPR

Prof. Dr. Jair Mendes Marques

UTP  
Presidente

Curitiba, 01 de outubro de 2008.

## DEDICATÓRIA

A Deus, pela sabedoria e perseverança, aos meus pais, Ana e Joserino (*in memoriam*) que me deram a vida e o espírito de luta e à minha irmã Delourdes (*in memoriam*), pelo exemplo e dedicação. Aos meus filhos em Deus: Alisson, Bruna, Priscila, Leandro, Jefferson, Rafael, Carlos Alberto, Indianara, Mônica e Ronaldo. Enfim, para minha família e meus amigos.

## **AGRADECIMENTOS**

A presente pesquisa foi elaborada no programa de Pós-Graduação de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Paraná. O interesse no desenvolvimento do tema surgiu pelo fato do autor atuar em perícias previdenciárias, como Engenheiro de Segurança do Trabalho, na comprovação das condições ambientais de trabalho, para fins de concessão de aposentadoria por tempo de contribuição em atividade especial. Em cinco anos de experiência nesta atividade, verificou-se que em cerca de 85% das perícias técnicas realizadas existia incompatibilidade entre os dados do ruído ambiental apresentados nos processos com os obtidos no levantamento pericial.

A carência de estudos de casos reais dos impactos sociais e dos custos econômicos pelo não controle do ruído industrial na fonte poderá estar relacionada com a não-observância das Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e do Emprego, pela falta de uma fiscalização dos órgãos atinentes e também pela inexistência de uma cultura nacional dos sistemas de gestão da segurança e saúde do trabalhador.

Como objetivo inicial buscou-se o desenvolvimento de uma metodologia de análise econômica do impacto do ruído industrial na produtividade laboral e na saúde do trabalhador e sua consequência na Previdência Social. Entendeu-se que o melhor meio para a persecução do referido objetivo passaria pelo desenvolvimento da análise em contexto real.

Para isto conduziu-se a seleção de um estudo particular que abrangesse alguns segmentos específicos da indústria, tais como alimentação, automotivo e manufatura, além da necessidade de avaliar a existência de registros do controle do ruído industrial, os laudos de avaliações do ruído industrial das empresas pesquisadas e os processos para concessão de aposentadorias por exposição ao agente físico ruído.

Para tanto, um período mínimo de análise dos últimos dez anos dos Programas de Prevenção de Riscos Ambientais das empresas estudadas e os processos contra o Instituto Nacional do Seguro Social para a concessão de aposentadorias junto a Vara Única Previdenciária de Curitiba (JFPR) foram analisados.

Além dos resultados apresentados ao longo desta pesquisa, salientamos o enriquecimento pessoal proporcionado pelo contato direto em contexto real com trabalhadores, quadros técnicos e gestores da segurança do trabalho na linha de produção, e pelos contatos com órgãos governamentais responsáveis pela concessão de benefícios sociais, mais precisamente previdenciários e judiciários, que este estudo proporcionou.

Os objetivos propostos de uma forma geral foram alcançados, em que pesem alguns contratempos e dificuldades inerentes ao desenvolvimento do trabalho de investigação em contexto real.

Assim, passo a agradecer a todos aqueles que me auxiliaram a ultrapassar as várias dificuldades que encontrei ao longo deste trabalho de pesquisa e investigação, nomeadamente:

- À Eng.<sup>a</sup> Silvana Stumm, pela amizade, encorajamento, apoio demonstrado e pela inspiração;
- À Dra. Paula Virginia Michelin Toledo, minha médica, que me encorajou nos momentos de maior fragilidade;
- À minha amiga Edeliz Klaumann que com sua capacidade em design e normas editoriais me auxiliou e me instruiu em muito, na editoração desta pesquisa;

- Ao meu amigo Dr. André Passos que com seu engajamento nas minhas atividades acadêmicas, me deu apoio e suporte técnico para a persecução do curso de mestrado;
- Ao Eng.<sup>o</sup> Luciano Borges Nogueira, meu amigo que tenho como um irmão e líder maior da comunidade, que me apoiou nos momentos mais difíceis para persecução do curso de mestrado;
- Ao Eng.<sup>o</sup> Mozart Azevedo da Silveira, meu amigo de profissão, e que também me auxiliou e dirimiu dúvidas;
- À Dra. Karenine Popp, Advogada do Direito Previdenciário, pela colaboração prestada;
- À Eng.<sup>a</sup> Suzana Damico Fonseca, colega de mestrado, pela amizade, encorajamento, apoio demonstrado e pela predestinação de caminharmos juntos;
- Ao Dr. Marcus Vinicius Dudeque, do Instituto Nacional de Previdência Social, pela disponibilidade demonstrada e auxílio em fornecimentos de dados previdenciários;
- Ao Dr. Ricardo Tadao Ynoue, pela atenção e pelo alto grau de profissionalismo demonstrado;
- Ao Dr. Ivan José Silveira que tornou realidade esta pesquisa à luz dos fatos e restabelecendo a ordem legal;
- À Dra. Luciane Merlin Clève Kravetz, Juíza Titular da Vara Previdenciária de Curitiba, pela confiança e crédito ao meu trabalho;

- Aos funcionários dos departamentos de recursos humanos, jurídico, engenharia e serviço de medicina do trabalho das empresas pesquisadas, pela colaboração na coleta de dados das avaliações diversas;
- Às direções e gerências das entidades envolvidas, empresas que foram alvo de estudo, pelo apoio e abertura ao desenvolvimento deste trabalho de investigação;
- À Sra. Laura Cristina Cretella, Administradora do serviço de atendimento do INSS, Gerência Executiva em Curitiba, por disponibilizar as informações a respeito dos pagamentos dos benefícios previdenciários em Curitiba;
- Ao Sr. Heron Furquin, técnico do seguro social, do serviço de atendimento do INSS, Gerência Executiva em Curitiba, por compilar e disponibilizar os dados de pagamentos dos benefícios previdenciários;
- Ao Sr. Allens Edison Campos, diretor do núcleo de planejamento, orçamento e finanças da Justiça Federal do Paraná, por compilar e disponibilizar os dados de pagamentos para realização de perícias previdenciárias, em processos ajuizados na JFPR;
- Ao Prof. Dr. Eduardo Krüger, do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia – PPGTE da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, que me ouviu, prestigiou e me deu apoio técnico.

Finalmente, a todos que de uma forma mais direta colaboraram na execução desta dissertação, e que de alguma forma a tornaram possível. Agradeço de forma particular ao meu orientador científico, Professor Dr. Jair Mendes Marques, pelo apoio e confiança. Agradeço também a minha co-orientadora Professora Dra. Ângela Ribas, pela dedicação e pronto atendimento nas minhas horas de dúvidas e angústias, além do auxílio constante e pela amizade. Fico grato pela colaboração e, sobretudo à amizade do Prof. Dr. Wiliam Barbosa. Meus agradecimentos, também, àquelas pessoas que me auxiliaram no desenvolvimento desta dissertação e



empenharam a confiança e crédito para que esta se tornasse realidade, desde a etapa de planejamento, coleta de dados até a conclusão. As quais algumas delas aqui referencio pela inteligência, dedicação e competência.

Eu acredito que a emoção e a regra devem estar presentes em tudo que fazemos, para logarmos um êxito pleno, porque a soma das duas resulta na estética, que é a marca de seu criador.

O Autor.

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>  | <b>1</b>  |
| <b>2 O SOM E O RUÍDO</b>   | <b>5</b>  |
| 2.1 PROPRIEDADES DO SOM  | 5         |
| 2.2 GRANDEZAS E UNIDADES   | 8         |
| 2.2.1 A intensidade do nível acústico  | 9         |
| 2.2.2 O nível da potência sonora ( $L_w$ )   | 11        |
| 2.2.3 O nível da pressão sonora (NPS)  | 13        |
| 2.2.4 Adição de níveis de ruído  | 13        |
| 2.2.5 Subtração de níveis sonoros do ruído de fundo ou ruídos ambiental                  | 16        |
| 2.3 A INTENSIDADE ACÚSTICA EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA DE PROPAGAÇÃO                          | 18        |
| 2.4 ATENUAÇÃO DO RUÍDO PARA UMA FONTE SEMI-ESFÉRICA                                      | 22        |
| 2.5 NÍVEL SONORO EQUIVALENTE DE RUÍDO ( $L_{eq}$ )                                       | 22        |
| 2.5.1 Nível sonoro equivalente de Ruído contínuo ( $L_{Aeq}$ )                           | 23        |
| 2.6 EMISSÃO E IMISSÃO SONORA   | 24        |
| 2.6.1 Emissão  | 24        |
| 2.6.2 Imissão  | 24        |
| <b>3 O RUÍDO INDUSTRIAL</b>  | <b>25</b> |
| 3.1 A NATUREZA DO RUÍDO INDUSTRIAL   | 25        |
| 3.1.1 O componente físico do ruído   | 26        |
| 3.1.2 O componente subjetivo do ruído  | 27        |
| 3.2 AS FONTES DO RUÍDO INDUSTRIAL  | 29        |
| 3.2.1 Causas do ruído industrial na fonte  | 30        |
| 3.3 OUTROS FATORES DETERMINANTES QUE INFLUENCIAM NAS CAUSAS DO RUÍDO EM AMBIENTE FECHADO | 33        |
| 3.4 MEDIDAS PARA CONTROLE DO RUÍDO INDUSTRIAL  | 33        |
| 3.4.1 Medidas para controle do ruído gerado na fonte                                     | 34        |
| 3.4.2 Medidas para controlar o ruído na propagação entre a fonte e o receptor            | 35        |
| 3.5 O PLANEJAMENTO DO CONTROLE DO RUÍDO NA FONTE   | 36        |
| 3.6 CONTROLE DO RUÍDO NO RECEPTOR  | 36        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 3.6.1    | Medidas coletivas de controle .....   | 37        |
| 3.6.2    | Medidas individuais de controle .....   | 38        |
| 3.7      | MEDIDAS ADICIONAIS PARA O CONTROLE DA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO ....   | 39        |
| 3.7.1    | Participação dos trabalhadores .....  | 39        |
| 3.7.2    | Monitoração regular dos riscos .....  | 40        |
| <b>4</b> | <b>O SISTEMA AUDITIVO .....</b>   | <b>41</b> |
| 4.1      | ANATOMIA E FISIOLOGIA DO OUVIDO HUMANO .....  | 41        |
| 4.1.1    | Orelha externa .....  | 42        |
| 4.1.2    | Orelha média.....   | 43        |
| 4.1.3    | Orelha interna .....  | 44        |
| 4.2      | A SENSÇÃO SONORA .....  | 47        |
| 4.2.1    | Limiar da audição .....   | 47        |
| 4.2.2    | Tom (pitch) sonoro .....  | 48        |
| 4.2.3    | Níveis sonoros .....  | 50        |
| 4.3      | PERDAS AUDITIVAS .....  | 51        |
| 4.3.1    | A Perda Auditiva Induzida por Ruído .....   | 53        |
| 4.3.2    | Outras conseqüências do ruído .....   | 55        |
| <b>5</b> | <b>NORMAS E LEGISLAÇÕES .....</b>   | <b>57</b> |
| 5.1      | A NORMA REGULAMENTADORA Nº 9 (NR-9) .....   | 57        |
| 5.2      | A NORMA REGULAMENTADORA Nº 15 (NR-15) .....   | 62        |
| 5.3      | NORMA DE HIGIENE OCUPACIONAL – (NHO 01).....  | 64        |
| 5.4      | O INSTITUTO NACIONAL PARA SEGURANÇA E SAÚDE OCUPACIONAL<br>(NIOSH) E ADMINISTRAÇÃO DE SEGURANÇA E SAÚDE OCUPACIONAL –<br>(OSHA) .....                   | 66        |
| 5.5      | NORMA INTERNACIONAL - ISO 1999, ACÚSTICA – DETERMINAÇÃO DA<br>EXPOSIÇÃO AO RUÍDO OCUPACIONAL E AVALIAÇÃO DA PERDA<br>AUDITIVA PELO RUÍDO INDUZIDO. .... | 70        |
| 5.6      | A ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE – (OMS) .....  | 70        |
| 5.7      | ENQUADRAMENTO DA EVOLUÇÃO DO LIMITE DE TOLERÂNCIA PARA<br>EXPOSIÇÃO AO RUÍDO, NO PLANO LEGISLATIVO BRASILEIRO. ....                                     | 71        |
| 5.8      | EQUIPAMENTOS PARA AVALIAÇÃO DO RUÍDO INDUSTRIAL .....   | 72        |
| 5.9      | DOCUMENTOS OFICIAIS.....  | 74        |
| 5.9.1    | Formulário: Atividades com Exposição a Agentes Agressivos -<br>Aposentadoria Especial - modelo DSS-8030 .....   | 74        |

|  |            |
|--|------------|
| 5.9.2 Perfil Profissiográfico Previdenciário (PPP) ..... | 76         |
| <b>6 MÉTODO DA PESQUISA.....</b>                         | <b>79</b>  |
| 6.1 CASUÍSTICA .....                                     | 80         |
| 6.1.1 A Cidade Industrial de Curitiba – CIC.....         | 80         |
| 6.2 MATERIAL E MÉTODO .....                              | 84         |
| <b>7 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>                     | <b>88</b>  |
| 7.1 RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO 1 .....                 | 89         |
| 7.2 RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO 2 .....                 | 112        |
| 7.3 ESTUDO DE CASO 3.....                                | 120        |
| 7.4 RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO 4 .....                 | 129        |
| 7.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....                           | 135        |
| <b>CONCLUSÃO .....</b>                                   | <b>140</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                  | <b>143</b> |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 1 - RELAÇÃO ENTRE A PRESSÃO SONORA ACÚSTICA EM $\mu\text{Pa}$ E O NÍVEL DE PRESSÃO SONORA EM dB .....   | 10 |
| FIGURA 2 - DIAGRAMA PARA SOMAR NÍVEIS DE INTENSIDADE SONORA .....  | 16 |
| FIGURA 3 - DIAGRAMA PARA DETERMINAR O NÍVEL REAL DE UMA FONTE SONORA EM UM AMBIENTE RUIDOSO.....   | 18 |
| FIGURA 4 - ONDAS ESFÉRICAS IRRADIADAS POR UMA FONTE PONTUAL....  | 19 |
| FIGURA 5 - FONTE SONORA PONTUAL DE POTÊNCIA ACÚSTICA W EM CAMPO LIVRE.....   | 20 |
| FIGURA 6 - CURVAS DE IGUAL NÍVEL SONORO .....  | 28 |
| FIGURA 7 - DIAGRAMA DE CORRELAÇÃO DE CAUSA E GERADORES DE RUÍDO INDUSTRIAL .....   | 29 |
| FIGURA 8 - CORTE ESQUEMÁTICO DO APARELHO AUDITIVO.....   | 42 |
| FIGURA 9 – ORELHA INTERNA.....   | 45 |
| FIGURA 10 - REPRESENTAÇÃO DO COMPRIMENTO DA CÓCLEA .....   | 46 |
| FIGURA 11- GRÁFICO DA VARIAÇÃO DA PRESSÃO SONORA NO OUVIDO COM A FREQUÊNCIA.....   | 48 |
| FIGURA 12 - GRÁFICO QUE MOSTRA A DIFERENÇA DE FREQUÊNCIA PERCEPTÍVEL EM FUNÇÃO DE UMA DETERMINA INTENSIDADE .....  | 49 |
| FIGURA 13 - GRÁFICOS COM AS CURVAS EM FONS, PARA NÍVEIS IGUAIS DE RUÍDO EM INCIDÊNCIA DE RUÍDO EM CAMPO LIVRE FRONTAL: A) RUÍDO TONAL; B) RUÍDO DA FAIXA DE OITAVA DE FREQUÊNCIA. MAF É O CAMPO MÍNIMO AUDÍVEL ..... | 51 |
| FIGURA 14 - MEDIDOR DO NÍVEL DE PRESSÃO SONORA MINIPA, MODELO MSL-1352C / DIGITAL.....   | 87 |
| FIGURA 15 - LAeq OBTIDO NA ATIVIDADE COM FURADEIRA, REQUERENTE 1 .....   | 93 |
| FIGURA16 - LAeq OBTIDO NA ATIVIDADE COM TORNO MECÂNICO, REQUERENTE 1 .....   | 94 |
| FIGURA 17 - LAeq OBTIDO NA ATIVIDADE COM FRESA, REQUERENTE 1 .....   | 94 |

|  |     |
|--|-----|
| FIGURA 18 - LAeq OBTIDO NA ATIVIDADE DE LIMPEZA DE PEÇAS COM AR COMPRIMIDO, REQUERENTE 1 .....                   | 95  |
| FIGURA 19 - LAeq OBTIDO NA ATIVIDADE DE TRANSPORTE DE PEÇAS, REQUERENTE 2 .....                                  | 97  |
| FIGURA 20 - LAeq OBTIDO NAS ATIVIDADES ENTRE AS PRATELEIRAS DO ALMOXARIFADO, REQUERENTE 2 .....                  | 98  |
| FIGURA 21 - LAeq OBTIDO NAS ATIVIDADES NO CORREDOR DO ALMOXARIFADO, REQUERENTE 2 .....                           | 98  |
| FIGURA 22 - LAeq OBTIDO NAS ATIVIDADES NO ALMOXARIFADO CENTRAL, REQUERENTE 2 .....                               | 99  |
| FIGURA 23 - LAeq OBTIDO NAS ATIVIDADES EM USINAGEM DURA, DO REQUERENTE 3 .....                                   | 100 |
| FIGURA 24 - LAeq OBTIDO NAS ATIVIDADES EM USINAGEM dh, DO REQUERENTE 3 .....                                     | 101 |
| FIGURA 25 - LAeq OBTIDO NAS ATIVIDADES EM GALVANIZAÇÃO, DO REQUERENTE 3 .....                                    | 101 |
| FIGURA 26 - LAeq OBTIDO NAS ATIVIDADES DE OPERADOR DE PRODUÇÃO, QUALIDADE E MULTIFUNCIONAL, REQUERENTE 4 .....   | 103 |
| FIGURA 27 - LAeq OBTIDO NAS ATIVIDADES DE OPERADOR DE TRATAMENTO TÉRMICO, REQUERENTE 5 .....                     | 104 |
| FIGURA 28 - LAeq OBTIDO NAS ATIVIDADES DE OPERADOR DE PRODUÇÃO ESPECIALIZADO, REQUERENTE 6 .....                 | 106 |
| FIGURA 29 - LAeq OBTIDO NAS ATIVIDADES DE OPERADOR MULTIFUNCIONAL, REQUERENTE 6 .....                            | 106 |
| FIGURA 30 - LAeq OBTIDO NAS ATIVIDADES DE OPERADOR MULTIFUNCIONAL, DO REQUERENTE 7 .....                         | 108 |
| FIGURA 31 - LAeq OBTIDO NAS ATIVIDADES DE AUXILIAR DE PRODUÇÃO E OPERADOR DE PRODUÇÃO III, DO REQUERENTE 7 ..... | 108 |
| FIGURA 32 - LAeq OBTIDO NAS ATIVIDADES DE OPERADOR DE PRODUÇÃO I E III, DO REQUERENTE 8 .....                    | 110 |
| FIGURA 33 - LAeq OBTIDO NAS ATIVIDADES DE OPERADOR ESPECIALIZADO E MULTIFUNCIONAL I E II, DO REQUERENTE 8 .....  | 110 |
| FIGURA 34 - LAeq OBTIDO NAS ATIVIDADES DE OPERADOR GALVÂNICA I E II, DO REQUERENTE 8 .....                       | 111 |

|  |     |
|--|-----|
| FIGURA 35 - LAeq OBTIDO NAS ATIVIDADES DE MONTADOR DE PRODUÇÃO, REQUERENTE 1.....                              | 116 |
| FIGURA 36 - LAeq OBTIDO NAS ATIVIDADES DE MONTADOR UNIVERSAL, REQUERENTE 1. ....                               | 116 |
| FIGURA 37 - LAeq OBTIDO NAS ATIVIDADES DE CONTROLADOR DE MATERIAL, REQUERENTE 1. ....                          | 117 |
| FIGURA 38 - LAeq OBTIDO NAS ATIVIDADES DE CARPINTEIRO, REQUERENTE 2. ....                                      | 118 |
| FIGURA 39 - LAeq OBTIDO NAS ATIVIDADES DE CONTROLADOR DE MATERIAL, REQUERENTE 2. ....                          | 119 |
| FIGURA 40 - LAeq OBTIDO NAS ATIVIDADES DE MECÂNICO INDUSTRIAL, REQUERENTE 1. ....                              | 124 |
| FIGURA 41 - LAeq OBTIDO NAS ATIVIDADES DE ENCARREGADO DE PRODUÇÃO DO REQUERENTE 2. ....                        | 126 |
| FIGURA 42 - LAeq OBTIDO NAS ATIVIDADES DE AUXILIAR DE PRODUÇÃO DE BISCOITOS, REQUERENTE 3. FONTE: O Autor..... | 127 |
| FIGURA 43 - LAeq OBTIDO NAS ATIVIDADES DE AUXILIAR DE PRODUÇÃO DE TORREFAÇÃO DE CAFÉ, REQUERENTE 3. ....       | 128 |
| FIGURA 44 - LAeq OBTIDO NAS ATIVIDADES DE SERVENTE, REQUERENTE. ....   | 133 |
| FIGURA 45 - LAeq OBTIDO NAS ATIVIDADES DE SERRALHEIRO DO REQUERENTE. ....                                      | 133 |
| FIGURA 46 - LAeq OBTIDO NAS ATIVIDADES DE ENCARREGADO DE PRODUÇÃO DO REQUERENTE 1. ....                        | 134 |



## LISTA DE TABELAS

|  |     |
|--|-----|
| TABELA 1 - NÍVEL DE POTÊNCIA MÉDIA DE VÁRIOS TIPOS DE FONTES SONORAS .....   | 12  |
| TABELA 2 - LIMITES DE TOLERÂNCIA PARA RUÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE.....  | 64  |
| TABELA 3 - LIMITE DE NÍVEIS DE EXPOSIÇÃO AO RUÍDO OCUPACIONAL .....  | 67  |
| TABELA 4 - EVOLUÇÃO DA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA NO PERÍODO DE 1964 ATÉ 2003 .....   | 72  |
| TABELA 5 - DIMENSIONAMENTO DO SESMT DA EMPRESA DO CASO 2 .....   | 89  |
| TABELA 6 - VALORES DO NÍVEL DE PRESSÃO SONORA, CONFORME REGISTRADO NOS DOCUMENTOS DSS8030 E PPP DISPONIBILIZADOS AOS REQUERENTES DO CASO 1 .....   | 92  |
| TABELA 7 - AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), PARA UMA JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS, REQUERENTE 1 DO CASO 1 .....                            | 95  |
| TABELA 8 – AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), NA FUNÇÃO DE ALMOXARIFE DO REQUERENTE 2 DO CASO 1, PARA UMA JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS ..... | 99  |
| TABELA 9 - AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), PARA UMA JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS, DO REQUERENTE 3 DO CASO 1.....                          | 102 |
| TABELA 10 - AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), PARA A JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS, DO REQUERENTE 4 DO CASO 1.....                           | 103 |
| TABELA 11 - AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), PARA UMA JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS, DO REQUERENTE 5 DO CASO 1.....                         | 105 |
| TABELA 12 - AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), PARA UMA JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS, DO REQUERENTE 6 DO CASO 1.....                         | 107 |

|  |     |
|--|-----|
| TABELA 13 - AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), PARA UMA JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS, DO REQUERENTE 7 DO CASO 1.....   | 109 |
| TABELA 14 - A AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), PARA UMA JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS, DO REQUERENTE 8 DO CASO 1..... | 111 |
| TABELA 15 - DIMENSIONAMENTO DO SESMT DA EMPRESA DO CASO 2 .....  | 112 |
| TABELA 16 - VALORES DO NÍVEL DE PRESSÃO SONORA REGISTRADOS NOS DOCUMENTOS DSS8030 DISPONIBILIZADOS AOS REQUERENTES DO CASO 2 .....   | 115 |
| TABELA 17 - AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), PARA UMA JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS, REQUERENTE 1 DO CASO 2 .....     | 117 |
| TABELA 18 - AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), PARA UMA JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS, DO REQUERENTE 2 DO CASO 2.....   | 119 |
| TABELA 19 - DIMENSIONAMENTO DO SESMT DA EMPRESA DO CASO 3. ....  | 120 |
| TABELA 20 - VALORES DO NÍVEL DE PRESSÃO SONORA REGISTRADOS NOS DOCUMENTOS DSS8030 E PPP DISPONIBILIZADOS AOS REQUERENTES DO CASO 3 .....   | 123 |
| TABELA 21 - AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), PARA UMA JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS, DO REQUERENTE 1 DO CASO 3.....   | 124 |
| TABELA 22 - AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), PARA UMA JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS, DO REQUERENTE 2 DO CASO 3.....   | 126 |
| TABELA 23 - AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), PARA UMA JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS, DO REQUERENTE 3 DO CASO 3.....   | 128 |
| TABELA 24 - DIMENSIONAMENTO DO SESMT DA EMPRESA DO CASO 4 .....  | 128 |

|  |     |
|--|-----|
| TABELA 25 - VALOR DO NÍVEL DE PRESSÃO SONORA REGISTRADO NOS DOCUMENTOS DSS8030 DISPONIBILIZADOS AO REQUERENTE DO CASO 4 .....  | 132 |
| TABELA 26 - AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), PARA UMA JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS, DO REQUERENTE 1 DO CASO 4..... | 134 |

## RESUMO

O ruído ambiental nas indústrias, na sua essência, é causado por máquinas, equipamentos e processos fabris, além disto, a concentração excessiva de equipamentos ruidosos em um mesmo local e ou com organização deficiente nos espaços da fábrica podem contribuir ainda mais para a poluição sonora industrial. Medidas preventivas devem ser adotadas no ambiente fabril, pois os danos potenciais à saúde humana podem ser atenuados ou eliminados evitando-se que o ruído seja emitido ou que atinja os trabalhadores de forma insalubre, isto é, acima dos limites de tolerância especificados pelas Normas e Legislação vigentes. Para isto, deve-se atuar sobre a fonte de ruído, tornando-a mais silenciosa nos locais de trabalho, isolando as mais ruidosas das restantes, adequando espaços e o próprio trabalhador, protegendo o seu aparelho auditivo com o uso de equipamentos de proteção individual adequados. O respeito à legislação vigente e a aplicação correta das Normas que estabelecem critérios e parâmetros para avaliação do ruído laboral são fatores fundamentais para eliminar ou atenuar os riscos à saúde humana e também evitar os custos acarretados pelo não controle do ruído industrial. O objetivo principal deste trabalho foi verificar de que maneira a inobservância e aplicação incorreta das Normas e Legislação podem acarretar em custos para o Estado e Sociedade em geral. Para alcançá-lo, esta pesquisa teve como essência avaliar os procedimentos e critérios utilizados pelas empresas no controle do ruído ambiental em diferentes segmentos da indústria e compará-los com o disposto nas Normas e Legislação vigentes. Para atingir os objetivos propostos foram estudados quatro casos em Indústrias de grande, médio e pequeno porte da Cidade Industrial de Curitiba. O enfoque estabelecido foi em nível da Engenharia de Segurança do Trabalho, isto é, no respeito à técnica e aos limites de tolerância para a exposição ao ruído laboral estabelecidos em Lei. Os resultados mostraram que as empresas não atendem adequadamente ao estabelecido nas Normas e Leis vigentes, o que resulta em custos para o Estado e Sociedade em geral, em função de demandas oriundas dos trabalhadores, para obtenção de benefícios previdenciários pela exposição ao ruído laboral de diferentes origens e natureza.

**Palavra chave:** Ruído Ambiental. Controle do Ruído Industrial. Legislação. Avaliação Sonora.

## ABSTRACT

The environmental noise in the industries, in its essence, is caused by machines, equipments and manufacturing processes. In addition that, the extreme noisy equipment concentration in the same place and or with deficient plant layout may contribute even further to the industrial noise problem. Preventive measures must be adopted in the manufacturing environment so that the potential damages can be attenuated or eliminated preventing the noise from being emitted or reaching the workers in an unhealthy way, that means it is above the limits of tolerance specified by the current laws and regulations. To prevent these damages, action must be taken on the noise source, getting quieter workstations, isolating the noisiest of the remaining, adjusting the workspaces and the worker himself and protecting the human hearing system with the proper equipment for individual protection. The respect to the current law and the correct application of the regulations that establish criteria and parameters for evaluation of the exposure to noise at work are basic factors to eliminate or to attenuate the risks to the human health and also to prevent the costs caused for not controlling the industrial noise. The main objective of this work was to verify how the non-observance and incorrect application of the regulations and legislations may incur into additional costs to the state and the society in general. To accomplish this, the objective of this research was to evaluate the procedures and criteria used by the companies to control the environmental noise in different segments of industry and to compare with the regulations and legislation. To reach the preset objectives, four cases were considered and studied in large, medium and small size industries located in the industrial district in Curitiba. The established approach was set as defined by the Occupational Safety Engineering, by focusing on the technique and the limits of tolerance for established exposition to the labor noise according to the law. The results have shown that the companies do not properly follow the rules and regulations established by the current laws, what results in surplus costs to the state and society due the lawsuits initiated by the workers in order to obtain the proper social benefits based on their exposition to the labor noise of different sources and nature.

**Keywords:** Environmental Noise. Control of the Industrial Noise. Legislation. Sonorous Evaluation.

## RESUMEN

El ruido ambiental en las industrias, esencialmente, es causado por las máquinas, equipamientos y los procesos de fabricación, más allá de ése la concentración ruidosa extrema del equipo en el mismo lugar y o con la disposición de planta deficiente pueden contribuir incluso más lejos a la contaminación sonora industrial. Las medidas preventivas se deben adoptar en el ambiente de fabricación, así para que los daños potenciales se pueden atenuar o eliminarse es evitando que el ruido sea emitido o alcance a los trabajadores de una manera malsana, es decir, arriba de los límites de tolerancia especificados por las leyes y las regulaciones actuales. Para hacer así pues, la acción es actuarse en la fuente del ruido, consiguiendo sitios de trabajo más reservados, aislando el más ruidoso del restos, ajustando los espacios de trabajo y al trabajador en sí mismo protegiendo su oídos con equipo apropiado para la protección individual. El respecto a la ley actual y el uso correcto de las regulaciones que establecen los criterios y los parámetros para la evaluación del ruido ambiental en el trabajo son factores básicos para eliminar o para atenuar los riesgos a la salud humana y también para prevenir los costos causados para no controlar el ruido industrial. El objetivo principal de este trabajo fue verificar cómo el incumplimiento y el uso incorrecto de las reglamentos y de las legislaciones pueden incurrir en en costos adicionales al estado y a la sociedad en general. Para lograr esto, la esencia de esta investigación fue evaluar los procedimientos y los criterios utilizados por las compañías em el control del ruido ambiental en distintos segmentos de la industria y comparar con las reglamentos y la legislación. Para alcanzar los objetivos de la precolocación, cuatro casos fueran considerados y estudiados en industrias grandes, medias y de pequeño porte del distrito industrial en Curitiba. El acercamiento establecido fue fijado según lo definido por la ingeniería de la seguridad del trabajo centrándose en la técnica y los límites de tolerancia para la exposición establecida al ruido de trabajo según la ley. Los resultados han demostrado que las compañías no siguen correctamente las reglas y las reglamentos establecidas por las leyes actuales, qué resultan en costos al estado y a la sociedad debidos los pleitos requerido por los trabajadores para obtener los beneficios sociales apropiados basados en su exposición al ruido de trabajo de diversas fuentes y naturaleza.

**Palabras claves:** Ruido Ambiental. Control del Ruido Industrial. Legislación. Evaluación Sonora.

## 1 INTRODUÇÃO

O ruído ambiental nas indústrias, em sua essência, é causado por máquinas, equipamentos e processos fabris ruidosos. A concentração excessiva de equipamentos ruidosos num mesmo local ou com organização deficiente nos espaços da fábrica pode contribuir ainda mais na poluição sonora industrial. Os efeitos do ruído sobre os trabalhadores fazem-se sentir ao nível do aparelho auditivo, que pode afetar não somente a audição, mas também alterar várias funções fisiológicas, o sono, a comunicação oral, causar estresse e desconforto que interferem na realização da atividade laboral. Conseqüentemente afetam a produtividade dos trabalhadores e o resultado da empresa. Medidas preventivas devem ser adotadas no ambiente fabril, pois os danos potenciais à saúde humana podem ser atenuados ou eliminados evitando que o ruído seja emitido ou que atinja os trabalhadores na execução de suas tarefas dentro dos limites toleráveis à saúde humana. Assim, pode atuar-se sobre a fonte de ruído, tornando-a mais silenciosa, isolando as mais ruidosas das restantes, adequando espaços e o próprio trabalhador, protegendo o seu aparelho auditivo com o uso de equipamentos de proteção individual adequados. Especificamente no caso brasileiro, deve-se aplicar e observar a norma que fixa os níveis máximos de ruído permitidos para um determinado período: NORMA REGULAMENTADORA – 15 (NR-15), ANEXO Nº 1 e ANEXO Nº 2, aprovada pela Lei nº 6.514 de 22 de dezembro de 1977 e regulamentada pela Portaria nº 3.214 de 8 de junho de 1978. Para atender a NR-15 as empresas são obrigadas a cumprir também a NORMA REGULAMENTADORA – 9 (NR-9) PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS (PPRA), que estabelece a obrigatoriedade da avaliação ambiental para verificar a existência ou não de agentes insalubres, e a partir deste programa tomar medidas de controle ao agente insalubre, se existente.

Existem segmentos da indústria que funcionam com processos fabris muito ruidosos. Muitas vezes é possível modificá-los de modo a torná-los mais silenciosos, principalmente quando as fontes principais são máquinas e equipamentos,

particularmente se não estão em boas condições de funcionamento (peças soltas ou gastas, por exemplo). O ideal seria instalar na fábrica máquinas que produzissem um mínimo de ruído. No entanto, por vezes isto não é viável, em função do próprio processo fabril ou porque todos os modelos comercializados são excessivamente ruidosos e ainda porque os mais silenciosos são demasiadamente caros. Nestes casos, há que se isolar as partes mais ruidosas da máquina, revestir as superfícies vibrantes com materiais absorventes, substituir peças metálicas por outras de plástico e borracha, por exemplo, e manter o equipamento nas melhores condições de funcionamento. Quando não for possível reduzir o ruído na fonte, deve-se atuar na via de transmissão sobre os locais de trabalho: isolar parcialmente as áreas mais ruidosas, cobrindo pavimentos, tetos e paredes ou pendurando painéis absorventes de ruído acima das máquinas; optar por áreas de trabalho de grandes dimensões e instalar menos máquinas em cada espaço; alternar áreas de ruído com áreas silenciosas.

Para Wells Astete (1991), só após terem-se esgotado as medidas de proteção coletiva mencionadas, e não se ter verificado a diminuição desejada do ruído, deve-se avançar para as medidas de proteção individual, ou seja, o uso de protetores auriculares. Os equipamentos de proteção individual consistem em tampões auriculares que podem ser do tipo de inserção no canal auditivo ou do tipo "concha", que cobrem toda a orelha.

Esta pesquisa teve como essência analisar e avaliar o ruído industrial existente em diferentes segmentos da indústria e verificar se as normas estão sendo cumpridas na avaliação do ruído ambiental. Com o propósito de que este estudo torne-se um documento capaz de auxiliar as diferentes iniciativas pública e privadas, na aplicação das normas e Leis, pois é um problema latente, e a precariedade na observância e o não cumprimento das normas e legislação em vigor resultam em acidentes de trabalho, diminuição da produtividade na linha de produção e muitas vezes em demandas trabalhistas de diferentes origens e natureza, oriundas das classes trabalhadoras, tendo como consequência o aumento dos custos de produção para os empresários e da economia para o Estado. Em suma, esta pesquisa tem como objetivo geral estudar e demonstrar de que maneira o não



controle do ruído ambiental industrial resulta em custos para o Estado e sociedade em geral.

Como objetivos específicos estabelecemos:

- Avaliar o ruído industrial de algumas empresas nos segmentos da indústria de manufatura, alimentícia, e de transformação na Cidade Industrial de Curitiba.
- Avaliar os custos que incidem sobre a sociedade como um todo, a partir da análise dos processos previdenciários dos trabalhadores, na comprovação das condições ambientais de trabalho, para fins de concessão de aposentadoria por tempo de contribuição em atividade especial.
- A partir da avaliação dos impactos causados propor medidas mitigadoras adequadas para evitar os custos.

Para alcançarmos os objetivos propostos, no decorrer deste trabalho é apresentada a princípio, uma revisão bibliográfica (**Capítulos 2 e 3**) abordando-se vários aspectos do som e do ruído ambiental tais como: o ruído industrial e a poluição sonora, os diferentes tipos e classificação de fontes sonoras (ruído), a propagação sonora em ambientes fechados. Abordam-se, também, conceitos de acústica, normas e legislação, além dos métodos para controlar a propagação do ruído industrial.

No **Capítulo 4** é abordado o sistema auditivo, sua anatomia e seus mecanismos, além dos efeitos do ruído no organismo humano.

No **Capítulo 5** são abordadas as normas e legislações dentro do contexto das especificações dos critérios, os parâmetros e o Limite de Tolerância para avaliação do ruído ambiental na exposição laboral.

No **Capítulo 6** é abordada a metodologia da pesquisa. Apresenta-se o enquadramento dos ambientes em análise, além de serem descritos os métodos e

os materiais utilizados para o desenvolvimento do trabalho e alcance do objetivo principal estabelecido.

No **Capítulo 7**, são apresentados e discutidos os resultados referentes aos levantamentos dos ambientes sonoros na linha de produção após as avaliações acústicas, e comparados os resultados com aqueles contidos nos processos previdenciários analisados.

Por fim, na conclusão apontamos os aspectos essenciais registrados ao longo da execução deste trabalho e sugerimos novos estudos que poderão sanar as dúvidas aqui levantadas.

## 2 O SOM E O RUÍDO

A Organização Mundial de Saúde (OMS, 1980) define que fisicamente o som é um distúrbio mecânico que se propaga pelo movimento de ondas no ar e outros meios elásticos e mecânicos, tais como a água e o aço. Fisiologicamente o som é uma sensação auditiva provocada por meio destes fenômenos físicos, embora nem todas as ondas sonoras provoquem uma sensação auditiva. Por exemplo, o ultrassom tem uma frequência tão elevada que não estimula a sensação de audição no ser humano. Segundo Harris (2002) e Kinsler *et al.* (1982), os sons são flutuações de pressão que se propagam em um meio elástico, seja ele sólido, líquido ou gasoso. Tais flutuações de pressão são caracterizadas por movimentos de compressão e expansão de partículas que se propagam em forma de ondas, a partir do ponto de origem do som.

A propagação das ondas sonoras pode ocorrer de forma harmoniosa, gerando neste caso um som, ou incômoda, gerando neste caso um ruído, dependendo da subjetividade de cada indivíduo (OMS, 1980), isto é, quando esses diversos movimentos oscilatórios se combinam e produzem um movimento resultante, cujas oscilações são desarmônicas (HARRIS, 2002; KINSLER *et al.*, 1982).

### 2.1 PROPRIEDADES DO SOM

A propagação das ondas sonoras provoca certos fenômenos diretamente influenciados pelas características da onda e do meio material onde ela se propaga, sendo esta a principal diferença entre as ondas sonoras e as ondas elétricas ou ainda as luminosas. Portanto, o som exige um meio material para se propagar, isto foi verificado por Boyle no séc. XVIII, depois de Kircher ter demonstrado que o som não se propaga no vácuo, em 1605 (NEPOMUCENO, 1968). Estes fenômenos são: absorção, reflexão, difração, transmissão, refração, tempo de reverberação e efeito Doppler.

Estes fenômenos têm grande impacto na propagação do som em ambientes fechados, objeto desta pesquisa.

- **absorção:** é a parte da energia sonora incidente em um meio material que é absorvida ou atenuada pela superfície ou pelo meio. A fração do som incidente que é absorvida é denominada coeficiente de absorção e é representada pela letra grega alfa ( $\alpha$ );
- **reflexão:** é quando a energia sonora incide em uma superfície tal como paredes e tetos, parte desta energia retorna ao meio de origem, parte é absorvida pela superfície como calor, e outra parte é transmitida através dos elementos da superfície. A fração da energia total emitida no meio que é refletida é denominada coeficiente de reflexão e é representado pela letra grega rho ( $\rho$ ). Desta forma o coeficiente de reflexão é dado por:

$$\rho = \frac{\text{Energia sonora refletida}}{\text{Energia sonora incidente}}$$

- **transmissão:** é a fração da energia sonora incidente sobre uma superfície material que separa dois meios que é transmitida através deste elemento. Esta fração é denominado coeficiente de transmissão e é representada pela letra grega tau ( $\tau$ );
- **difração:** é a capacidade das ondas sonoras de desviar obstáculos. O grau de difração do som ao redor de um obstáculo depende do comprimento de onda do som ( $\lambda$ ). Sons com frequências baixas (com comprimento de onda longo) têm maior grau de difração que os sons com frequências altas (com comprimento de onda curto).

De acordo com Mehta (1999), a soma da energia sonora refletida, absorvida e transmitida deve ser igual à soma da energia incidente, portanto a relação na equação 1 abaixo é verdadeira:

$$\rho + \alpha + \tau = 1,0 \quad (1)$$

- **refração:** é um fenômeno que ocorre quando a onda sonora passa de um meio material para outro e varia a sua velocidade de propagação e o seu comprimento de onda, porém a sua frequência se mantém constante.
- **tempo de reverberação:** é o tempo em que a intensidade sonora em um ambiente leva para cair 60 dB do valor existente, desde o momento da extinção da excitação da fonte sonora.
- **efeito Doppler:** é a variação entre a frequência percebida e a frequência real do som em função da distância em que se encontra o observador da fonte sonora, pelo movimento (de afastamento ou aproximação) relativo entre a fonte e o observador.

Com relação ao ruído, a Organização Mundial da Saúde (OMS, 1980), considera-o como qualquer som indesejável que pode afetar desfavoravelmente a saúde e o bem estar humano de indivíduos ou população.

De acordo com Alexandry (1978) e Bies e Hansen (2003), o ruído se classifica como ruído contínuo, ruído de impacto e ruído impulsivo.

Para Patricio (2005), há outro tipo de som, o de percussão, que se propaga por ondas elásticas a todos os elementos da estrutura de uma edificação, e que por ser um som indesejável denominaremos aqui de **ruído de percussão**.

- **ruído contínuo:** diz-se que o ruído é contínuo quando em todo tempo de observação ocorre uma variação de  $\pm 3dB$ . Isto significa que sua intensidade sonora não varia em proporção diferente de 100 %.
- **ruído de impacto:** diz-se que o ruído é de impacto quando o seu tempo de duração for menor que um segundo e se repete em intervalos maiores que um segundo. O ruído de impacto é normalmente produzido por meios não

explosivos, tais como impacto entre metal com metal em processos industriais.

- **ruído impulsivo:** diz-se que o ruído é impulsivo quando o seu tempo de duração for menor que um segundo e se repete em intervalos maiores que um segundo. O ruído impulsivo é normalmente produzido pela liberação repentina de energia; por exemplo, detonação de explosivos, tiros com armas de fogo e detonação de fogos de artifícios.
- **ruído de percussão:** diz-se que o ruído é de percussão quando é resultado da excitação direta de um elemento divisório ou componente da estrutura de uma edificação, e podem, devido à rigidez das ligações existentes ao longo da estrutura predial, propagar-se com grande facilidade através de toda a malha limítrofe do espaço predial utilizado, estabelecendo assim, campos sonoros eventualmente de grande intensidade em compartimentos razoavelmente distante do local de origem da excitação. O ruído de percussão pode ser produzido pelas passadas de pessoas no piso superior de um prédio, pela queda de um objeto no piso ou batidas nas paredes divisórias entre os ambientes e também pela vibração causada pelo funcionamento de uma máquina industrial instalada diretamente sobre um piso superior ou nas paredes divisórias de um ambiente.

Para efeito da exposição laboral a Norma Regulamentadora - 15 (NR-15), aprovada pela Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977 e regulamentada pela Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978, não faz diferenciação entre o ruído impulsivo e o ruído de impacto.

## 2.2 GRANDEZAS E UNIDADES

A quantidade física associada com o ruído sonoro é a intensidade, a qual é definida como a quantidade de potência em uma determinada unidade de área. Como a unidade de potência é o Watt, a unidade da intensidade de som é dada por

Watts por metro quadrado ( $W / m^2$ ). A intensidade do som audível pelo ser humano é chamada de limite de audibilidade, cujo valor é de  $10^{-12} W / m^2$ , e a intensidade sonora que corresponde à sensação de dor para o ouvido humano é de  $10 W / m^2$ , a qual foi determinada experimentalmente. Desta forma, o ouvido humano responde a uma vasta faixa de intensidades desde o mais elevado som que corresponde a 10.000.000.000.000 ( $10^{13}$  vezes) maior que o mais fraco som perceptível. Portanto, a faixa de intensidade audível varia desde  $10^{-12}$  a  $10 W / m^2$  (BIES e HANSEN 2003; LÓPEZ, 1999; MEHTA, 1999).

### 2.2.1 A intensidade do nível acústico

De acordo com Bies e Hansen (2003) e Gerges (1992), como a variação da percepção da intensidade do som pelo ouvido humano é elevada, há dificuldade em expressar em números de ordem de grandeza tão diferente numa mesma escala linear, portanto utiliza-se a escala logarítmica (figura 1). Outra razão para se utilizar a escala logarítmica é que o ouvido humano tem uma resposta do tipo logarítmica e não linear, e necessitaria  $10^{13}$  unidades de divisão para cobrir todas as faixas experimentadas da audição humana (BIES e HANSEN, 2003; LÓPEZ, 1999).

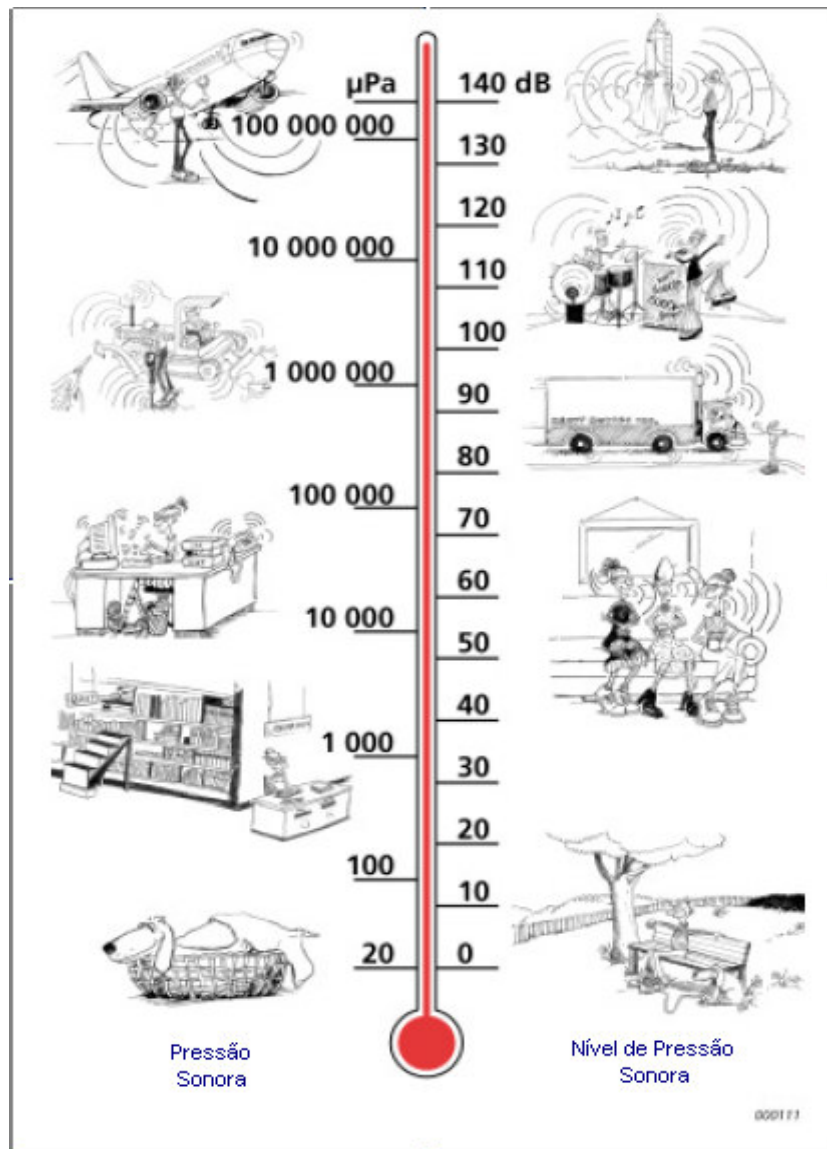


Figura 1 – Relação entre a pressão sonora acústica em  $\mu\text{Pa}$  e o nível de pressão sonora em dB.  
 FONTE: Brüel & Kjaer (2000).

Conforme dizem Bies e Hansen (2003), a escala logarítmica dispõe uma maneira conveniente de comparar a pressão sonora de um som com outro e para evitar uma escala muito comprimida, um fator de 10 é utilizado, originando o decibel.

O nível de intensidade acústica denominado de  $L_I$  é igual a 10 vezes o logaritmo entre a intensidade acústica  $I$  e a intensidade acústica de referência  $I_0$ , cujo valor de referencia é de  $10^{-12} \text{ W/m}^2$ , ou seja, conforme a equação 2 abaixo:



$$L_I = 10 \log_{10} \left( \frac{I}{I_o} \right) \quad (dB) \quad (2)$$

Substituindo o valor da intensidade acústica de referência  $I_o$ , cujo valor é  $10^{-12} \text{ W / m}^2$ , obtemos a equação 3 abaixo:

$$L_I = 10 \log_{10} \left( \frac{I}{10^{-12}} \right) \quad (dB) \quad \Rightarrow \quad L_I = 10 \log_{10} I + 120 \quad (dB) \quad (3)$$

### 2.2.2 O nível da potência sonora ( $L_w$ )

De acordo com Bies e Hansen (2003), López, (1999) e Nepomuceno (1968), a potência sonora é definida em uma escala logarítmica empregando o nível de potência sonora em dB e que é dada por:

$$L_w = 10 \log_{10} \frac{\text{potência sonora}}{\text{potência de referência}} \quad (dB)$$

onde:

$L_w$  = o nível de potência sonora;

Potência sonora ( $W$ ) = potência da fonte expressa em Watt;

Potência de referência ( $W_o$ ) = é o valor normalizado de 1 pico Watt.

Então obtemos a equação 4:

$$L_w = 10 \log_{10} \frac{W}{W_o} \quad (dB) \quad (4)$$

Levando o valor de referência na equação 4, temos:

$L_w = 10 \log_{10} \frac{W}{10^{-12}} \text{ (dB)}$ , resultando na equação 5 abaixo:

$$L_w = 10 \log_{10} W + 120 \text{ (dB)} \quad (5)$$

Ainda de acordo com López (1999), não se deve confundir em nenhuma hipótese o nível de potência acústica com o nível de pressão sonora, uma vez que a primeira é uma medida de potência emitida pela fonte, enquanto que a segunda não só depende da fonte, assim como também da distância da fonte e das características do espaço que rodeia a fonte. Na tabela 1, encontram-se os valores da potência acústica de distintas fontes típicas de ruído em dB.

TABELA 1 - NÍVEL DE POTÊNCIA MÉDIA DE VÁRIOS TIPOS DE FONTES SONORAS

| Fonte                             | Potência (W) | Nível de potência sonora (dB) |
|-----------------------------------|--------------|-------------------------------|
| 1. Motor do foguete Saturno       | $10^7$       | 200                           |
| 2. Oficina com tornos automáticos | $10^5$       | 160                           |
| 3. Trituradora de pedras          | $10^4$       | 150                           |
| 4. Moinho de elementos químicos   | $10^3$       | 140                           |
| 5. Grupo gerador hidráulico       | $10^2$       | 130                           |
| 6. Fundição                       | $10^1$       | 120                           |
| 7. Compressor                     | 1            | 110                           |
| 8. Forja                          | $10^{-1}$    | 100                           |
| 9. Marteladeira                   | $10^{-2}$    | 90                            |
| 10. Dobradora de papel            | $10^{-3}$    | 80                            |
| 11. Escritórios                   | $10^{-4}$    | 70                            |
| 12. Fábrica                       | $10^{-5}$    | 60                            |
| 13. Rua Silenciosa                | $10^{-6}$    | 50                            |
| 14. Habitação familiar            | $10^{-7}$    | 40                            |
| 15. Estudo de televisão           | $10^{-8}$    | 30                            |
| 16. Estudo de rádio               | $10^{-9}$    | 20                            |

FONTE: LÓPEZ (1999)

### 2.2.3 O nível da pressão sonora (NPS)

O nível de pressão sonora ( $NPS$ ) é expresso em decibels (dB), maior ou menor que a referência da pressão sonora  $P_{ref}$ , de acordo com a expressão da equação 6 abaixo:

$$NPS = 10 \log_{10} \frac{P^2}{P_{ref}^2} = 20 \log_{10} P - 20 \log_{10} P_{ref} \quad (dB) \quad (6)$$

Onde:

$NPS$  = nível de pressão sonora [dB].

$P$  = pressão sonora medida [N/m<sup>2</sup>].

$P_{ref}$  = pressão de referência, tomada como nível zero.

Para Bies e Hansen (2003), López (1999), Gerges (1992) e Nepomuceno (1968), o valor da pressão de referência é de  $2 \times 10^{-5} Pa$ , substituindo este valor na equação 6, resulta na equação 7 abaixo:

$$NPS = 20 \log_{10} P - 20 \log_{10} 2 \times 10^{-5} \quad (dB) \Rightarrow NPS = 20 \log_{10} P - 6 + 100 \log_{10} 10 \quad (dB)$$

$$NPS = 20 \log_{10} P + 94 \quad (dB(A)) \quad (7)$$

### 2.2.4 Adição de níveis de ruído

Para se somar mais de dois níveis de intensidade ou de pressão sonora, sejam eles sons puros ou não, pode-se utilizar a forma analítica ou o processo gráfico (BIES e HANSEN, 2003, LÓPEZ, 1999, GERGES, 1992).

### 2.2.4.1 Adição através do processo analítico

A soma analítica é encontrada utilizando a partir das equações 8 e 9 abaixo. Quando são dados dois níveis de intensidade sonora, sejam  $L_{11}$  e  $L_{12}$  o nível total  $L_{IT}$  é obtido conforme os procedimentos seguintes:

$$L_{11} = 10 \log_{10} \left( \frac{I_1}{I_o} \right) \quad (dB) \quad (8)$$

$$L_{12} = 10 \log_{10} \left( \frac{I_2}{I_o} \right) \quad (dB) \quad (9)$$

Aplicando a forma inversa do logaritmo nas expressões acima obtemos:

$$I_1 = I_o 10^{0,1L_{11}} \quad \text{e} \quad I_2 = I_o 10^{0,1L_{12}}$$

onde :

$$I_T = I_1 + I_2 = I_o (10^{0,1L_{11}} + 10^{0,1L_{12}}) (dB)$$

A intensidade sonora total é obtida através da equação 10 abaixo:

$$L_{IT} = 10 \log_{10} \left( \frac{I_T}{I_o} \right) \quad (dB) \quad (10)$$

Substituindo o valor das duas últimas equações, temos a expressão para o cálculo da intensidade total de ruído, conforme a equação 11, abaixo:

$$L_{IT} = 10 \log_{10} \left( 10^{0,1L_{11}} + 10^{0,1L_{12}} \right) \quad (dB) \quad (11)$$

A equação 11 é válida para  $n$  diferentes fontes de intensidade sonora.

#### 2.2.4.2 Adição através do processo gráfico

A determinação do valor total da intensidade sonora pode ser simplificada a partir da utilização do gráfico da figura 2, para isto deve seguir o seguinte procedimento:

- 1º ) calcular a diferença entre os níveis  $L_{11}$  e  $L_{12}$ ;
- 2º ) O valor obtido se leva ao eixo das abscissas e sobe até encontrar a intersecção com a curva da figura, em seguida traça-se uma linha horizontal até o eixo das ordenadas;
- 3º ) O valor encontrado no eixo vertical, se soma ao maior valor dos níveis de intensidade sonora. Se for em somente dois níveis este será o resultado total da somatória dos níveis de intensidade sonora;
- 4º ) Caso haja outros valores de pressão sonora adotar os procedimentos descritos nos itens 1 a 3.

Este processo se repetirá até se obter a soma de todos os níveis. Normalmente é necessário combinar níveis de sinais, por exemplo, o nível que resulta de uma combinação de várias fontes sonoras. Assim como, freqüentemente é necessário determinar qual o nível sonoro de uma determinada fonte mais o ruído de fundo do ambiente, assim como para calcular o nível de pressão sonora total em níveis de banda de oitava, como por exemplo (LÓPEZ, 1999, BRÜEL & KJAER, 2000).

Na figura 2 também pode-se observar que para a subtração de níveis de ruído com a mesma intensidade, obtém-se o valor 3 dB, haja vista que o resultado da diferença entre os níveis será zero. Portanto, sempre que tivermos duas fontes sonoras com a mesma intensidade de nível de ruído o valor total será acrescido em 3 dB, de uma delas.

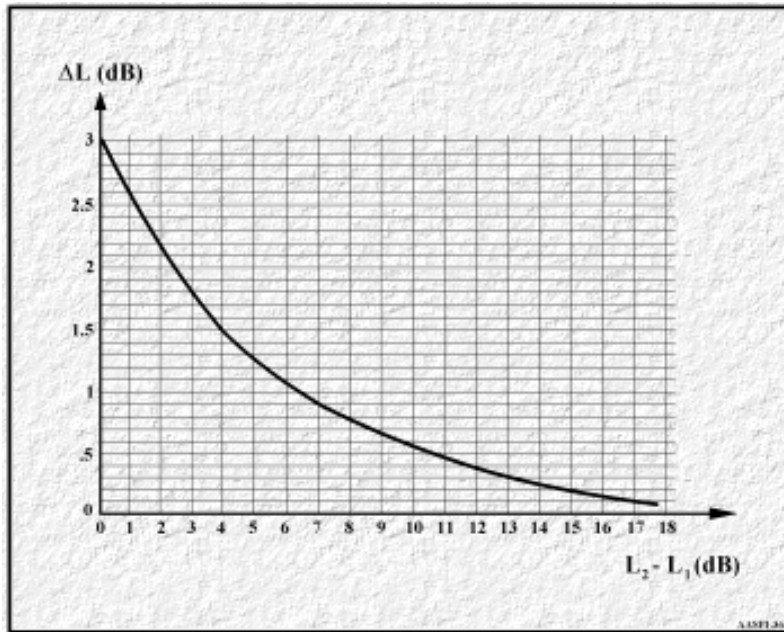


Figura 2 - Diagrama para somar níveis de intensidade sonora.  
 FONTE: López (1999).

#### 2.2.5 Subtração de níveis sonoros do ruído de fundo ou ruídos ambiental

Muitas vezes é necessário subtrair um ruído de outro. Esta situação é bastante comum, por exemplo, em ambiente industrial quando há necessidade de subtrair o ruído de fundo, isto é, o ruído ambiental gerado por outras fontes que não seja objeto da avaliação. Para se obter o ruído produzido por uma única e determinada máquina, o ruído de fundo ou ambiental não deve mascarar o sinal de interesse. O método utilizado para se determinar o valor de uma única fonte é similar ao descrito para se obter a adição de níveis de ruído distintos demonstrado no item 2.2.4. Há um método analítico e um método gráfico, conforme é demonstrado a seguir.

##### 2.2.5.1 Subtração pelo método analítico

De acordo com Bies e Hansen (2003), Gerges (1992) e López (1999), a forma analítica é obtida pela expressão da equação 12 abaixo.

$$L_m = 10 \log_{10} \left( 10^{0,1L_{s+n}} - 10^{0,1L_n} \right) \quad (dB) \quad (12)$$

onde:

$L_m$  = Ruído de uma única máquina ou fonte sonora.

$L_{s+n}$  = Ruído total do ambiente.

$L_n$  = Ruído de fundo ou ruído ambiental.

#### 2.2.5.2 Subtração pelo método gráfico.

A determinação da intensidade sonora a partir do processo do gráfico da figura 3 é mais simples, prático e rápido. De acordo com López (1999) e Brüel Kjaer (2000), para determinar o verdadeiro nível de uma fonte sonora  $L_s$  em um ambiente ruidoso com um ruído total do ambiente  $L_{s+n}$ , deve seguir o procedimento abaixo:

- 1º ) O nível total é  $L_{s+n}$ .
- 2º ) O ruído de fundo ou ambiental é  $L_n$ .
- 3º ) Se encontra a diferença entre os dois níveis  $L_{s+n} - L_n$ . Se a diferença é menor que 3 dB, não se pode conhecer com precisão o nível de ruído da fonte, uma vez que o ruído ambiental é muito elevado. Se o valor está compreendido entre 3 e 10 dB deverá ser feita uma correção. Se a diferença for maior que 10 dB nenhuma correção será necessária no ambiente, o ruído de fundo é desprezível, portanto pode ser ignorado.
- 4º ) Caso haja necessidade de se fazer uma correção na diferença  $L_{s+n} - L_n$ , leva-se o valor obtido no eixo das abscissas e sobe até encontrar a curva de referência, em seguida traça-se uma horizontal até encontrar o eixo das ordenadas.
- 5º ) O Valor  $\Delta L$  obtido subtrai do nível total  $L_{s+n}$ , sendo este novo valor o nível real da fonte sonora.

Na figura 3 temos o gráfico utilizado neste procedimento para se obter o nível real da fonte sonora, conforme descrito acima.

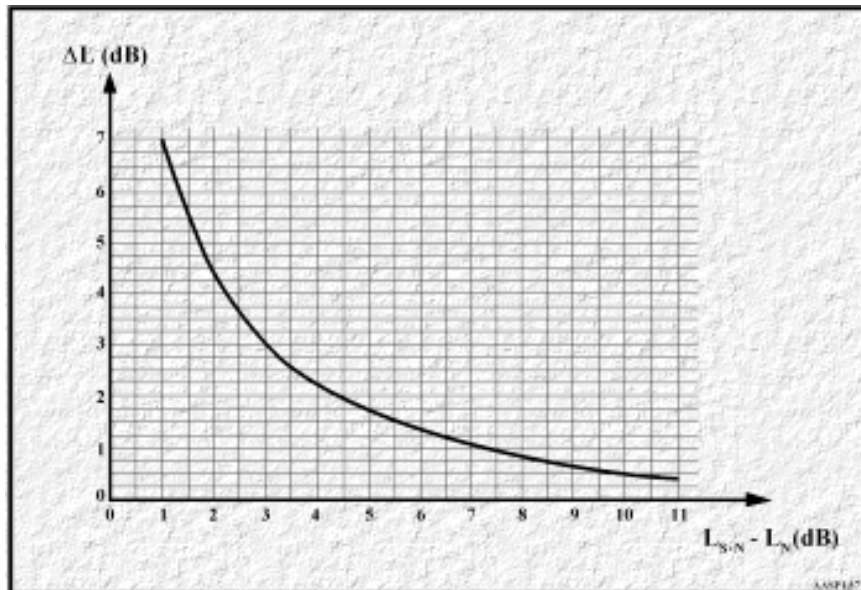


Figura 3 - Diagrama para determinar o nível real de uma fonte sonora em um ambiente ruidoso.

FONTE: López (1999).

## 2.3 A INTENSIDADE ACÚSTICA EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA DE PROPAGAÇÃO

Conforme visto anteriormente, a propagação das ondas sonoras provoca certos fenômenos diretamente influenciados pelas características da onda e do meio material onde ela se propaga. Porém, para se ter uma idéia mais simples da propagação de uma onda sonora, do ponto de vista teórico, a maneira mais simples de demonstrar é partir de uma fonte sonora esférica, conforme a figura 4. Uma fonte deste tipo irradia ondas esféricas harmônicas no meio que a cerca, supondo este fenômeno homogêneo e isótropo, ainda que este tipo de fonte geralmente não se emprega na prática, porém justifica estudar algumas de suas propriedades, não só porque proporciona uma introdução simples às fontes mais práticas, senão também porque muitas fontes acústicas em uma primeira aproximação podem ser consideradas esféricas pulsantes se suas dimensões são pequenas comparadas com a longitude de onda do som irradiado.



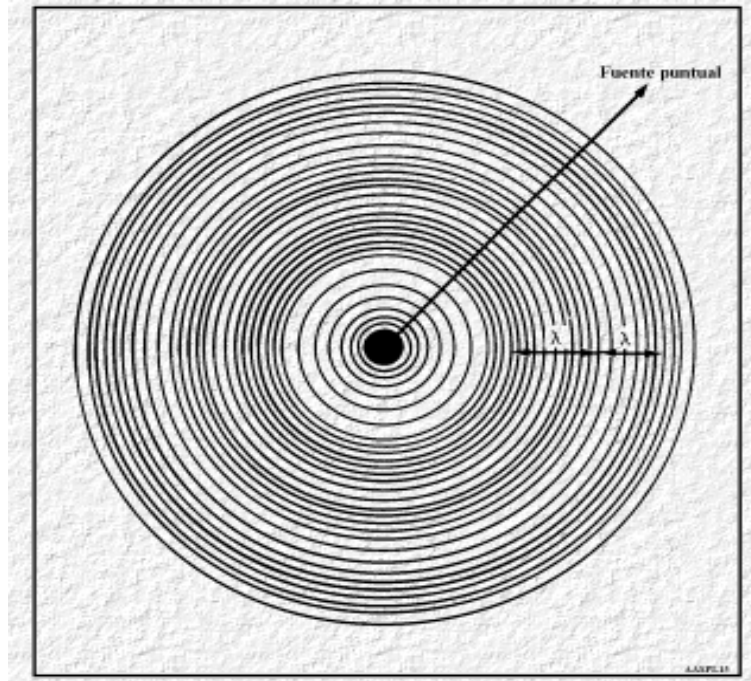


Figura 4 - Ondas esféricas irradiadas por uma fonte pontual.

FONTE: López (1999).

Levando isto em conta, se considerarmos uma fonte sonora pontual e em espaço livre, podemos considerar muitas fontes acústicas como esféricas. Em uma fonte deste tipo o som se irradia igualmente em todas as direções, a partir de um centro aparente a certa distância  $r$  da fonte (figura 5) e se distribui sobre uma superfície esférica de raio  $r$ , e em um ponto determinado desta superfície a intensidade sonora é definida pela equação 13 abaixo:

$$I = \frac{W}{S} = \frac{W}{4\pi r^2} \text{ (W / m}^2\text{)} \quad (13)$$

onde:

$W$ = é a potência sonora.

$S$ = área da superfície esférica.

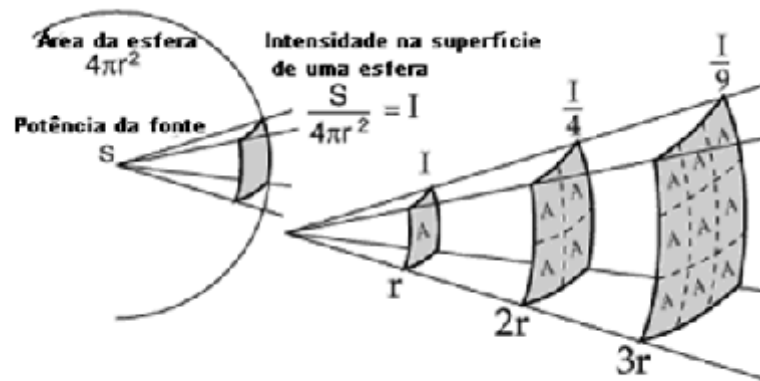


Figura 5 - Fonte sonora pontual de potência acústica  $W$  em campo livre.

FONTE: <<http://esec.pt/~pcarvalho/pisom.html>>, (2008).

De acordo com Gerges (1992), se empregarmos a relação entre a potência sonora, o nível de pressão sonora e a pressão sonora da equação 13 e tomarmos os logaritmos decimais, obtemos a relação esférica do nível de pressão sonora que expressa conforme a equação 14 abaixo, para uma fonte irradiando uniformemente em todas as direções.

$$NPS = W + 10 \log \frac{1}{4\pi r^2} (W / m^2) \Rightarrow NPS = W - 10 \log r^2 - 10 \log 4\pi$$

$$NPS = W - 20 \log r - 11 \quad (dB) \quad (14)$$

Esta equação representa uma fonte irradiando em todas as direções em um campo livre (campo sonoro sem reflexões). O termo  $|20 \log r|$  da equação é o fator determinante para prever que a cada dobro de distância da fonte tem-se 6 dB de atenuação. De acordo com López (1999) este resultado é conhecido como “lei da divergência” ou “lei do inverso ao quadrado da distância”.

Porém, ainda de acordo com Gerges (1992), deve-se considerar o coeficiente de diretividade da fonte, em função de que uma fonte real dificilmente irradia de forma igual em todas as direções. Conforme Bies e Hansen (2003), este coeficiente assume os valores de 1 para fonte esférica, de 2 para fonte semi-

esférica, de 4 para fonte onidirecional posicionada na aresta de duas superfícies e de 8 no caso de fonte no vértice, isto é, na intersecção de três superfícies rígidas e infinitas. O coeficiente de diretividade é dado pela equação 15 abaixo:

$$DI(\theta) = 10 \log Q_\theta$$

onde:

$Q_\theta$  = fator de diretividade.

$$Q_\theta = \frac{I(\theta)}{I} \quad (15)$$

onde:

$I(\theta)$  = é a intensidade na direção  $\theta$  e à distância  $r$  da fonte.

Para a fonte esférica o coeficiente de diretividade  $Q_\theta$  é igual a 1, temos a equação 16 abaixo:

$$NPS = W + 10 \log Q_\theta - 20 \log r - 11 \text{ (dB)} \quad (16)$$

Como o logaritmo de 1 é igual a zero, este coeficiente não altera a equação.

A relação entre o nível de pressão sonora  $NPS_1$ , em uma distância  $r_1$  e o nível de pressão sonora  $NPS_2$  em uma distância  $r_2$  é dada pela equação 17 abaixo:

$$NPS_1 - NPS_2 = W - 20 \log r_1 - 11 - W + 20 \log r_2 + 11$$

$$NPS_1 - NPS_2 = -20 \log r_1 + 20 \log r_2 \Rightarrow 20 \log \frac{r_2}{r_1}, \text{ (dB)} \quad (17)$$

## 2.4 ATENUAÇÃO DO RUÍDO PARA UMA FONTE SEMI-ESFÉRICA

A fonte de ruído semi-esférica é aquela cuja fonte sonora está fixa no chão. Logo, o efeito da irradiação da energia sonora se refletirá num espaço semi-infinito, porque as ondas são semi-esféricas, e a energia descreverá uma área  $S/2$  que corresponde a  $2\pi r^2$ . Para este tipo de fonte o fator de diretividade é igual a 2.

Considerando a área semi-esférica e o coeficiente igual a 2 e substituindo na expressão abaixo do nível de pressão sonora, obtemos a equação 18 abaixo:

$$NPS = W + 10 \log DI(\theta) + 10 \log \frac{1}{2\pi r^2} (W / m^2) \Rightarrow NPS = W + 10 \log DI(\theta) - 10 \log 2\pi - 10 \log r^2$$

$$NPS = W + 10 \log DI(\theta) - 20 \log r - 8, (dB) \quad (18)$$

## 2.5 NÍVEL SONORO EQUIVALENTE DE RUÍDO ( $L_{eq}$ )

O nível sonoro equivalente é um nível constante médio que equivale em termos de energia acústica, e é definido em termos do tempo de variação do nível da pressão sonora, expresso em decibel (dB) pela equação 19 (SCHULTZ, 1972):

$$L_{eq} = 10 \log \left[ \frac{1}{T} \int_0^T \frac{P^2(t)}{P_o^2} dt \right] (dB) \quad (19)$$

Onde:

T = tempo total de integração.

$P_{(t)}$  = pressão sonora instantânea.

$P_o$  = pressão sonora de referência ( $2 \times 10^{-5} W / m^2$ ).

Segundo Gerges (1992), o grau de danos que um certo ruído pode provocar à audição depende tanto de seu nível, como também do seu tempo de duração. Sendo assim, a exposição a um nível elevado de ruído como 100 dB(A) durante um pequeno período, como um minuto, pode não ser prejudicial como a exposição à 90 dB(A) durante uma hora. Portanto, a integração do tempo de exposição a esta variação de ruído é obtida através de um único nível equivalente ( $L_{eq}$ ), conforme a equação 19.

### 2.5.1 Nível sonoro equivalente de Ruído contínuo ( $L_{Aeq}$ )

De acordo com Bies e Hansen (2003), o nível equivalente de ruído contínuo tem uma definição similar ao  $L_{eq}$ , exceto que este representa o nível de pressão sonora antes de fazer uma média de todos os níveis de pressão sonora existente em um ambiente. Portanto, o  $L_{Aeq}$  é usado para precisar o ruído ocupacional e ambiental dentro de um período de tempo  $T$ , e pode ser expresso conforme a equação 20 abaixo:

$$L_{Aeq} = 10 \log \left[ \frac{1}{T} \int_0^T 10^{L_A(t)/10} dt \right] (dB(A)) \quad (20)$$

Para exposição ao ruído ocupacional a mais comum identificação é  $L_{Aeq, 8h}$ , que implica na normatização da exposição a um período de 8 horas, mesmo que a exposição à intensidade de ruído seja maior ou menor que o período de 8 horas. Desta forma a equação seguinte representa a exposição para o período desejado, conforme a equação 21:

$$L_{Aeq, 8h} = 10 \log \left[ \frac{1}{8} \int_0^T 10^{L_A(t)/10} dt \right] (dB(A)) \quad (21)$$

## 2.6 EMISSÃO E IMISSÃO SONORA

### 2.6.1 Emissão

De acordo com Aberle *et al.*, (1978) emissão sonora é a radiação de uma fonte individual de som que efetivamente é emitida. Neste caso os motores, engrenagens das máquinas e equipamentos industriais.

### 2.6.2 Imissão

De acordo com Aberle *et al.*, (1978) imissão sonora refere-se a recepção do som a partir de uma ou mais fontes sonoras no ponto de observação, isto é, é a pressão sonora que efetivamente é recebida pelo sistema auditivo do receptor, sendo então uma variação entre o nível de pressão sonora emitido por uma fonte menos as perdas na transmissão entre a fonte e o receptor.

### 3 O RUÍDO INDUSTRIAL

De acordo com a OMS (OMS, 1980), a indústria mecanizada gera os mais sérios dos vastos problemas causados pelo ruído industrial, submetendo uma significativa fração da população de trabalhadores a potenciais níveis de perigo a este agente. Este ruído é devido às máquinas de todos os tipos, e freqüentemente aumenta com a potência dos equipamentos. Além de que, a característica do ruído industrial varia consideravelmente dependendo de equipamentos específicos. Máquinas rotativas e de impactos geram sons que são dominados por componentes transitórios, tais como fluxos de ar de equipamentos, os quais tendem a gerar faixas de sons aleatórios em uma banda larga de freqüências que influenciam na poluição sonora causada pelo ruído industrial. Os maiores níveis de ruído são normalmente causados pelo fluxo de gases que se movem em alta velocidade (ex.: ventiladores e válvulas de liberação de pressão de vapores) ou por operações envolvendo impactos (ex.: estamparia, rebitagem e britagem). Nas áreas industriais, o ruído normalmente provém de uma larga variedade de fontes, muitas das quais são de natureza complexa. O mecanismo de geração do ruído das máquinas é razoavelmente bem compreendido e as exigências técnicas para uma emissão de baixo nível de ruído em novas maquinarias normalmente podem ser especificadas. A dificuldade está em se reduzir a poluição sonora a partir de equipamentos já existentes na linha de produção, portanto é um sério obstáculo na melhoria do ambiente laboral e este é foco principal desta pesquisa.

#### 3.1 A NATUREZA DO RUÍDO INDUSTRIAL

De acordo com Rajadel *et al.* (2006), o ruído é um dos poluentes mais subestimados apesar de onipresente e ter um efeito negativo e acumulativo na saúde. Na indústria é quase inevitável a emissão de elevados níveis de ruído, apesar de que muitos deles podem ser evitados. Existe um número não desprezável de situações que promovem a geração de ruídos evitáveis, por exemplo, saídas de vapores, desgastes e desajustes mecânicos, peças soltas e em geral defeitos

mecânicos que provoquem vibrações excessivas. Todas estas situações tenderão a incrementar o nível de ruído gerado numa planta industrial ou equipamento.

Alexandry (1982) analisa o ruído industrial quanto à sua natureza física e subjetiva, e a partir desta análise estabelece o embasamento para justificar claramente as necessidades de seu controle na fonte, uma vez que o ruído é uma consequência natural da atividade industrial. Além de que, o ruído perde tanto física e subjetivamente as características de seus elementos geradores, e que se comporta como um todo único, e ainda, que seus efeitos dependem da natureza unívoca deste conjunto.

### 3.1.1 O componente físico do ruído

Quanto à natureza física, o ruído é definido como um fenômeno acústico não periódico sem componentes harmônicos definidos. Para a sua análise é necessário avaliar o conjunto de tons simples, tanto empiricamente, por meio de filtros, como teoricamente ou por análise de Fourier. Esta análise consiste na decomposição do ruído em grupos de tons que o geram e pertencentes a um entorno de freqüências pré-determinado, o qual é denominado faixa de freqüências. Além de que, há variação da amplitude do ruído em função da sua freqüência, e esta variação é denominada espectro. Considera-se, então, que os parâmetros do ruído são a amplitude da freqüência média e a largura da faixa de freqüência (ALEXANDRY, 1978). E também considera-se que o tom de maior amplitude está no centro da faixa de freqüência, mas como a distribuição é logarítmica em relação às freqüências, a freqüência central é a média geométrica, e dada pela equação 22 abaixo:

$$f = f_1 \sqrt{\frac{f_2}{f_1}}, (Hz) \quad (22)$$

onde :

$f$  = é a freqüência central.



$f_1$  = é a frequência do limite inferior.

$f_2$  = é a frequência do limite superior.

É importante destacar que a quantidade de energia de uma onda sonora não é determinada pela frequência central, mas pela envolvente integral de todo o espectro de frequência, isto é, depende não só da amplitude máxima, mas também da largura da faixa de frequência. Este fator é muito importante porque determina o ponto central de discussão para determinar como o ruído afeta o ouvido humano e que será abordado no capítulo 3 desta pesquisa.

De acordo com Brüel Kjaer (2000), os tons incômodos de um ruído podem ser gerados por duas maneiras diferentes: freqüentemente por máquinas com partes rotativas, tais como motor, caixa de câmbio, ventiladores e bombas, e por desequilíbrios ou impactos que causam vibrações e são transmitidas através das superfícies ao meio aéreo, e podem ser ouvidos como tons. Também podem ser geradores de tons os fluxos pulsantes de líquidos ou gases que são produzidos por processos de combustão ou restrições de fluxo.

### 3.1.2 O componente subjetivo do ruído

A subjetividade da percepção do ruído está intrinsecamente relacionada com a percepção sensorial do ser humano, cuja reação é produzida no sistema nervoso e está relacionada entre o estímulo e sensação. A partir deste princípio estabeleceu-se a Lei de Weber-Fecher: “Para que se verifique um aumento na sensação, é necessária que a intensidade do estímulo cresça na mesma proporção” (ALEXANDRY, 1978).

Conforme López (1999), a intensidade subjetiva do som é definida de uma forma relativa, comparando a sensação originada por este som com a de outro som de referência. Se os dois produzem a mesma sensação de intensidade é possível dizer que ambos têm a mesma intensidade subjetiva. Na prática se empregam referências: 1º) os sons puros de 1.000 Hz de frequência e nível de pressão sonora

ajustável, e 2º) as bandas de ruído branco centralizadas em 1.000 Hz, com uma largura de faixa de 100 Hz e um nível de pressão ajustável. Quando um som é comparado com a primeira das referências sua intensidade subjetiva se chama 'sonoridade'. Se comparada com a segunda, a intensidade subjetiva se chama 'ruidosidade'. Se a sonoridade de um som é duplicada, se duplica a sensação de intensidade experimentada.

A figura 6 apresenta os níveis sonoros senoidais de freqüência  $f$ , para produzir a mesma sensação auditiva que um som senoidal de 1000 Hz de freqüência a um dado nível de intensidade de pressão sonora. A relação existente entre o nível de pressão sonora, o nível sonoro e a freqüência foram deduzidos e experimentalmente por Fletcher e Munson, com jovens na faixa etária de 18 anos, com audição normal.

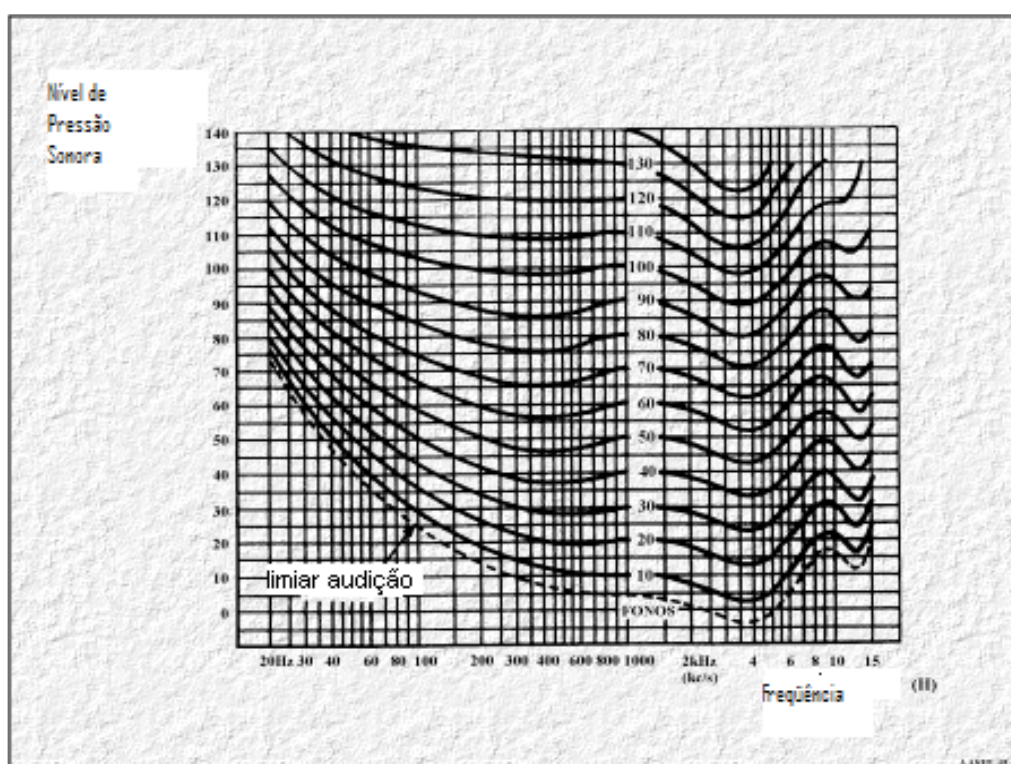


Figura 6 - Curvas de igual nível sonoro.

FONTE: (ISO R 226) apud Lópes (1999).

Na figura 6 pode-se notar que a faixa de baixa freqüência é onde a audição humana é menos sensível em relação ao nível de pressão sonora. A faixa de maior sensibilidade encontra-se entre 1.000 e 2.000 Hz e que na faixa das altas

freqüências a sensibilidade auditiva diminui em relação às freqüências intermediárias.

### 3.2 AS FONTES DO RUÍDO INDUSTRIAL

De acordo com Alexandry (1978), com relação ao ruído industrial uma fonte é um elemento estático, a qual produz o ruído por vibração interna e que o transmite ao meio ambiente exterior por radiação ao ar ou indiretamente através de vibrações a todos os elementos que a rodeia. Portanto, devem ser consideradas as formas pela qual se gera o ruído e as partes da fonte causadora do ruído. Conceitua-se que a forma pela qual se gera o ruído é denominada gerador e a parte da fonte causadora é a causa. Estes conceitos são importantes para se determinar a natureza do controle do ruído industrial, isto é, atuando-se primeiramente nas causas do ruído na fonte geradora. Somente uma forma de controle envolve os geradores, e esta consiste na substituição da fonte geradora, o que pode ser impossível em função de que pode-se comprometer tecnicamente a atividade industrial ou em função dos custos serem tão elevados que podem comprometer o resultado econômico da empresa. A figura 7 mostra o diagrama em blocos com a correlação de causas e geradores de ruído na atividade industrial.



Figura 7 - Diagrama de correlação de causa e geradores de ruído industrial.

FONTE: Alexandry (1978).

Bies e Hansen (2003) relacionam e abordam os meios para o controle nas principais fontes geradoras de ruído na indústria, tais como: ventiladores, compressores, torres de resfriamento, bombas, fluxos de fluidos, válvulas de controles, fluxos de fluidos em tubulações, caldeiras, turbinas, combustão interna de

motores, fornos, motores elétricos, geradores, transformadores, engrenagens e veículos de transportes. A predição do nível da potência sonora gerada por equipamentos e máquinas industriais é geralmente muito difícil, primeiramente porque as possibilidades de mecanismos gerarem ruídos são extraordinariamente muitas elevadas e variáveis, desde os mais simples equipamentos até os mais complexos, além de que, a grandeza do ruído gerado no meio depende também do ambiente onde a fonte está instalada. A partir destas evidências é possível estimar o nível de ruído radiado por algumas fontes de ruído aerodinâmicas, em termos de um fator de eficiência acústica, como uma fração da potência total. De qualquer forma, este método não pode ser aplicado de maneira genérica para outros processos e mecanismos que produzem o ruído. Além disso, não é possível fazer alguma hipótese simplificada e abrangente em princípios termodinâmicos, porque a potência radiada como som é geralmente somente uma pequena parte do saldo da potência de operação de uma máquina. Em suma, maior eficiência não necessariamente significa menor nível de ruído.

### 3.2.1 Causas do ruído industrial na fonte

Para se traçar uma estratégia e adotar medidas para o controle do ruído industrial, é importante conhecer as diversas causas do ruído industrial nas fontes geradoras. Alexandry (1972) objetivamente relaciona e descreve as principais causas do ruído nos equipamentos e máquinas utilizadas na indústria, as quais podem ser em função das partes mecânicas, pneumáticas, explosões e implosões, hidráulicas e magnéticas.

#### 3.2.1.1 Causas mecânicas

O ruído resultado da causa mecânica é oriundo da excitação cinética das diversas partes de uma máquina em função do movimento das peças, quer seja de translação ou rotação ou a combinação destes movimentos, com a interação direta no mínimo entre duas peças. A causa é a transformação da energia cinética em energia sonora ou energia potencial em energia sonora, e podem causar ruído

mecanicamente ao levar outras peças à vibração. As causas podem ser de dois tipos: de impacto ou de fricção.

a) Causa mecânica de impacto

A causa mecânica de impacto é a aplicação ou o desaparecimento brusco de uma força sobre uma peça, causando nesta um esforço de deformação. Estas duas possibilidades são opostas, do ponto de vista físico, pois a aplicação brusca de uma força implica na quantidade de movimento com que a referida força atua, em função da velocidade da aplicação, enquanto que o desaparecimento brusco da força aplicada faz surgir a força elástica que atuará na recuperação da peça, fazendo com que esta entre em vibração. O impacto pode ser dinâmico ou estático.

- **Impacto dinâmico:** é o produzido pelo choque, o qual requer que a peça tenha um curso (uma folga onde a peça pode se mover livremente); e que sua trajetória forme um ângulo não nulo com a peça que a golpeia; que a peça tenha uma massa definida capaz de produzir uma deformação elástica ou que a força de deslocamento seja suficientemente grande para acelerar a peça, causando uma quantidade de movimento suficientemente grande para produzir deformação.
- **Impacto estático:** é produzido pela súbita paralisação de uma força de deformação e requer que a força aplicada seja retirada a uma velocidade superior a velocidade da recuperação elástica.

Segundo Alexandry (1972), se estas duas condições de impacto não coexistirem o impacto não tem importância para fins de geração de ruído. Além de que, o impacto de uma máquina pode ser voluntário ou involuntário, o primeiro deve ser observado, para fins de controle do ruído, que o impacto seja controlável em si, tanto nas peças de contato como nos elementos que o causam, enquanto que o segundo pode ser em função do defeito causado pelo mal funcionamento da máquina em função de desgaste de peças.

#### b) Causa mecânica de fricção

A fricção é a força que se opõe ao movimento relativo de dois corpos, e depende da força e da área das superfícies em contato. O ruído mecânico por fricção aumenta pelo grau de rugosidade das superfícies e diminui pela lubrificação. Portanto, o ruído oriundo da fricção pode ser em função da falta de lubrificação.

##### 3.2.1.2 Causas pneumáticas

É resultado da vazão de uma coluna de ar dentro de um duto e pode causar ruídos devido às turbulências do ar no duto. Estas turbulências dependem da velocidade e pressão da coluna e também da forma física e da rugosidade do duto. Além de que, a geometria dos dutos são fatores determinantes também, tais como cotovelos, dobras, bifurcações, aumento e diminuição da geometria dos dutos são determinantes na produção de ruídos.

##### 3.2.1.3 Causas explosões e implosões

As explosões e implosões são resultantes da mudança súbita da pressão de gás contido numa câmara, causando uma transformação de energia potencial em energia cinética. Diz-se que é explosão quando a pressão original é superior à final; caso contrário chama-se implosão.

##### 3.2.1.4 Causas hidráulicas

É resultado da vazão de uma coluna de água dentro de um duto e que podem causar ruídos devido a turbulências desta coluna no duto em função de moverem-se em regimes turbulentos pela presença de uma grande quantidade de bolhas de ar, que sofrem compressões. Estas bolhas, por sua vez, produzem desequilíbrios elásticos, que causam variações no movimento interno de suas

partículas. Este fenômeno obedece a uma perturbação dos extremos da coluna de água que causa vibrações gerando o ruído.

#### 3.2.1.5 Causas magnéticas

A indução magnética devido à passagem da corrente elétrica no enrolamento de um motor produz uma vibração no enrolamento que constitui a bobina elétrica. A vibração é proporcional à intensidade da corrente elétrica.

### 3.3 OUTROS FATORES DETERMINANTES QUE INFLUENCIAM NAS CAUSAS DO RUÍDO EM AMBIENTE FECHADO

Gerges (1992) e Bies e Hansen (2003) citam que além das causas do ruído devem ser consideradas outras variáveis presentes em ambientes fechados, que influenciam na propagação sonora, como no ambiente industrial, as quais assumem comportamento de análises complexas na propagação sonora no ambiente, tais como: a forma geométrica do ambiente, a absorção acústica, reflexões e difrações das várias paredes, tetos e elementos internos, fontes sonoras, seus espectros e diretividade, posição das fontes, efeitos das aberturas nos ambientes, etc.

### 3.4 MEDIDAS PARA CONTROLE DO RUÍDO INDUSTRIAL

De acordo com a OMS (1980), os níveis de ruído industrial podem ser reduzidos ou limitados pelo controle da emissão. A ação mais eficiente contra o ruído excessivo é reduzir o ruído na fonte. A indústria dispõe de tecnologia para controlar o ruído e solucionar muito dos problemas típicos que crescem com o uso de maquinários. Geralmente a ação mais eficaz é reprojeter ou substituir equipamentos ruidosos, porém se isto não for possível, uma redução significativa dos níveis de ruído pode ser obtida pela modificação estrutural e mecânica das

máquinas, ou pela utilização de abafadores, isoladores de vibrações e enclausuramento da máquina, Beranek (1971) e Mags (1978) *apud* OMS (1980).

Saliba (2001) especifica que as medidas para controlar a emissão do ruído são basicamente de três maneiras distintas: na fonte, na trajetória e no homem. Por hierarquia as medidas de controle na fonte e na trajetória deverão ser prioritárias quando viáveis técnica e economicamente.

#### 3.4.1 Medidas para controle do ruído gerado na fonte.

Conforme afirmam Bies e Hansen (1999), Gerges (1992), Saliba (2001) e Maia (2002), devem-se ser adotadas medidas de controle sempre na fonte, utilizando máquinas e equipamentos silenciosos. Porém, por razões técnicas, econômicas e de processos, nem sempre é possível. Em função disto, para se atenuar existem medidas que podem ser adotadas, principalmente aquelas que visam o controle do ruído gerado por causas mecânicas, em função de montagens incorretas das máquinas e equipamentos no local onde estão instalados. Abaixo estão discriminadas algumas destas medidas que podem ser adotadas na linha de produção:

- **Isoladores de vibração:** esta medida é adotada para isolar as vibrações da fonte que são transmitidas através das superfícies das edificações onde estão instalados. É recomendada a utilização de isoladores, blocos de inércia e materiais de amortecimento como borracha. Estas medidas além de atenderem ao controle do ruído, também contribuem para um funcionamento mais adequado do equipamento, em função de evitar desgastes mecânicos pela vibração das peças e engrenagem.
- **Enclausuramento:** é a medida comumente utilizada para atenuar o ruído gerado por equipamentos, tais como: motores, compressores, ventiladores, pressurizadores de gás ou vapores. Os dispositivos de enclausuramento podem atuar como supressor, atenuador ou como desvio do ruído,



redirecionando-o para locais distantes de áreas a serem protegidas do ruído. Na utilização desta medida deve ser levada em conta a ventilação do equipamento para não ocorrer o superaquecimento, evitando assim que aquele venha a ser danificado.

- **Câmaras atenuadoras:** são utilizadas para atenuar as turbulências do ar dentro do duto e vibrações da tubulação. Estes ruídos são causados por variações da secção do duto ou por sua rugosidade superficial interna. O maior ruído causado por fontes pneumáticas reside no escape do gás sob pressão. A turbulência decresce pela diminuição da secção dos dutos.
- **Lubrificação das máquinas e equipamentos:** os lubrificantes são utilizados para atenuar o ruído de fricção entre as partes mecânicas dos equipamentos. Portanto, a manutenção preventiva e periódica deve ser uma rotina na indústria, além de se evitar os custos com reparos nas manutenções corretivas dos equipamentos e custos com a parada da produção.

#### 3.4.2 Medidas para controlar o ruído na propagação entre a fonte e o receptor.

Em muitas situações, quando as medidas de controle do ruído na fonte não são eficazes, em função das características das fontes geradoras do ruído, a solução é modificar o caminho da transmissão do ruído ou modificar o caminho entre a fonte de ruído e o receptor. Para isto, a primeira medida a ser adotada é determinar os trajetos de transmissão e classificá-los em grau de importância relativa ao incômodo, a partir desta classificação devemos passar a considerar medidas que visem controlar o ruído na sua trajetória de propagação, as quais são discriminadas a seguir (BIES e HANSEN, 1999):

- **Barreiras acústicas:** as barreiras devem ser colocadas para separar a máquina do meio que a rodeia, evitando que o som se propague diretamente até o receptor. Estas barreiras quando tratadas apropriadamente com material absorvente podem atenuar os níveis do campo de reverberação do ruído,

aumentando ainda mais a absorção total do ruído no local onde estão instaladas. As barreiras são ditas como uma forma de enclausuramento parcial, por reduzir o som irradiado em uma única direção.

- **Paredes duplas:** esta medida deve ser adotada quando se deseja obter grande perda de transmissão de ruído. Na construção de paredes duplas as paredes devem ser mecânica e acusticamente isoladas uma da outra tanto quanto possível. A isolamento mecânica pode ser feita pela montagem das paredes em separado e desconectada uma da outra. Enquanto que a separação acústica é normalmente feita pelo distanciamento entre uma parede da outra, tão distante quanto possível. O intervalo entre as paredes deve ser preenchido com material absorvente, assegurando-se que estes materiais não formem uma ponte mecânica entre as paredes. Para melhores resultados os painéis deverão ser isotrópicos.

### 3.5 O PLANEJAMENTO DO CONTROLE DO RUÍDO NA FONTE

De acordo com Saliba (2001), a fase mais apropriada para o controle do ruído na fonte é no planejamento das instalações industriais, pois é possível escolher os equipamentos com menores níveis de emissão de ruído e planejar e dimensionar o layout mais adequado. Porém, a adoção destas medidas deverá ser cuidadosamente estudada e planejada para que não sejam alterados princípios de funcionamento de máquinas e equipamentos.

### 3.6 CONTROLE DO RUÍDO NO RECEPTOR

Quando as medidas de controle do ruído na fonte ou trajetória não sejam possíveis, por dificuldades técnicas e de processos, momentâneas ou permanentes, deve-se adotar medidas de proteção para reduzir a exposição do trabalhador. Estas medidas podem ser de caráter coletivo ou individual. As medidas de caráter

individual devem ser adotadas em caso extremo e nunca como primeira ou única medida.

### 3.6.1 Medidas coletivas de controle

Segundo Alexandry (1978), após terem sido esgotadas sem sucesso as ações para o controle do ruído na fonte, deve-se avançar para uma etapa adicional buscando limitar a exposição coletiva dos trabalhadores no local onde o nível de ruído é elevado. As medidas de controle coletivas são mais amplas do que as medidas precedentes para controlar o ruído na fonte. Estas envolvem o local de trabalho, medidas da organização para reduzir o número dos trabalhadores expostos, o tempo de exposição dos trabalhadores e a avaliação dos meios pela qual a exposição ocorre. Somente após esta análise as medidas seguintes podem ser adotadas:

- **Local de trabalho:** Revestir o teto com material absorvente, restringir a entrada de trabalhadores que não desempenham tarefas naquele local.
- **Organização do trabalho:** Utilizar métodos de trabalho que requeiram menos exposição ao ruído, limitar o tempo de jornada de trabalho nos ambientes ruidosos e limitar o acesso às áreas de trabalho ruidosas.
- **Equipamento de trabalho:** Avaliar como o equipamento de trabalho está instalado e onde se encontra, pode fazer uma grande diferença à exposição de ruído aos trabalhadores. Qualquer medida de controle do ruído deve ser considerada. Quando as medidas para o controle do ruído criam dificuldades para que os trabalhadores realizem suas tarefas, as medidas podem ser modificadas ou removidas, por se mostrarem ineficazes.

### 3.6.2 Medidas individuais de controle

Alexandry (1982) é enfático em considerar que somente quando todas as medidas para controle e redução do ruído na fonte tenham sido executadas e ainda assim tenham se mostradas ineficazes, deve se lançar mão dos equipamentos de proteção individual, isto é, o protetor auricular (tipo plug ou abafador). O protetor auricular pode ser muito eficaz, mas difícil de selecionar o tipo correto de proteção auditiva para determinados locais de trabalho e a sua utilização correta por longos períodos de tempo, de modo que o trabalhador o mantenha e trabalhe eficazmente. Além de que, a utilização do equipamento proteção individual pode se tornar incômoda. Portanto, alguns pontos devem ser examinados nos trabalhadores ao utilizar a proteção auricular:

- assegurar-se que a proteção auricular escolhida é adequada para a faixa de frequência e duração do ruído. Ser compatível com outros tipos de equipamentos de proteção utilizados.
- os empregados devem ter uma participação ativa na escolha da proteção auditiva apropriada de modo que possam selecionar a solução mais confortável.
- muitos trabalhadores, tais como operadores de empilhadeiras e operadores de câmara, que utilizam proteção auditiva do tipo abafador necessitam freqüentemente de uma comunicação com cancelamento ativo do ruído, para assegurar uma comunicação desobstruída e para minimizar riscos do acidente.
- o protetor auricular deverá ser corretamente armazenado e mantido.
- deve ser dado treinamento ao trabalhador sobre o porquê da necessidade da utilização do protetor auricular, como deve ser usado, e como armazenar e mantê-lo.

## 3.7 MEDIDAS ADICIONAIS PARA O CONTROLE DA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO

### 3.7.1 Participação dos trabalhadores

Tregenza (2005) dispõe que além das medidas para o controle do ruído, os trabalhadores devem receber a informação e treinamento para ajudar-lhes a compreender e tratar dos riscos de ruído relacionados à exposição laboral. Isto deve cobrir:

- os riscos enfrentados, assim como as medidas tomadas para eliminá-los ou reduzi-los.
- os resultados da avaliação de risco e medições de ruído, incluindo uma explicação de seu significado.
- medidas de controle de ruído e de protetores auriculares.
- porque e como detectar e relatar sinais de danos na audição.
- os trabalhadores quando nomeados como vigilantes da saúde devem saber a finalidade de suas tarefas no ambiente laboral.

Consultar as entidades de classe é uma exigência legal, e ajuda a assegurar que os trabalhadores estão comprometidos com os procedimentos de segurança e saúde e suas melhorias. Com ajuda dos seus conhecimentos asseguram que eventuais riscos e perigos são corretamente reconhecidos e soluções viáveis são executadas. Os representantes dos trabalhadores têm um papel importante neste processo. Os empregados devem ser consultados em medidas de saúde e de segurança antes da introdução da tecnologia nova ou dos produtos.

### 3.7.2 Monitoração regular dos riscos

As empresas devem verificar regularmente se as medidas de controle adotadas para atenuar ou neutralizar o ruído atendem as normas e são eficazes. Dependendo do grau de exposição ao ruído, os trabalhadores têm direito assegurados por legislação trabalhista que regulamenta a segurança e medicina do trabalho. Onde isto ocorre, os registros individuais da saúde devem ser mantidos e as informações devem ser disponibilizadas aos trabalhadores. O ganho com o conhecimento da vigilância de segurança do trabalho deve ser usado para rever os riscos do ruído e as medidas de controle do ruído. Finalmente, é necessário impor verificações externas para determinar que as medidas executadas para controlar o ruído no local de trabalho estão realmente funcionando. O tipo e a frequência desta monitoração e revisão dependerão do local de trabalho e da natureza exata dos riscos enfrentados, e a legislação de cada país pode ter as exigências específicas a respeito da vigilância da saúde. No caso brasileiro estes critérios são especificados pela NR-9 – PPRA, aprovada pela Lei nº 6.514 de 22 de dezembro de 1977 e regulamentada pela Portaria nº 3.214 de 8 de junho de 1978 do Ministério do Trabalho e Emprego, que estabelece que a monitoração deve ocorrer uma vez ao ano ou se caso ocorra uma modificação nas condições de trabalho. A fiscalização é aleatória e realizada pela Delegacia Regional do Trabalho.

## 4 O SISTEMA AUDITIVO

O sistema auditivo humano é altamente sensível e suscetível a diversos fatores, além do ruído, que podem causar danos de modo irreversível. Dentro deste contexto, neste capítulo buscou-se analisar o funcionamento deste órgão, com uma abordagem física mostrando sua anatomia delicada e a maneira como ele atua como um transdutor capaz de captar as ondas sonoras e transformá-las em um sinal elétrico, além de mostrar outros fatores que podem contribuir na perda auditiva, como o processo natural de envelhecimento do ser humano. Como o enfoque estabelecido nesta pesquisa se dá em nível da Engenharia de Segurança do Trabalho, isto é, no respeito à técnica e aos limites de tolerância para a exposição ao ruído laboral estabelecidos em Lei, os aspectos fisiológicos aqui abordados são ilustrativos, sem a pretensão de adentrar à área médica ou fonoaudiológica. A relevância deste capítulo é para orientar a Engenharia à existência de outros fatores que podem contribuir na perda auditiva, independentemente da exposição ao ruído de modo insalubre, mas também, que ao interagir com este, potencializar os seus efeitos sobre a audição. Desta forma o diagnóstico dos danos auditivos tem relevância somente com a avaliação da Medicina do Trabalho.

### 4.1 ANATOMIA E FISIOLOGIA DO OUVIDO HUMANO

O ouvido humano é um órgão altamente sensível que atua como um transdutor, capaz de captar ondas sonoras e transformá-las em sinal elétrico, que através do nervo acústico gera no cérebro a sensação sonora. De acordo com Bonaldi (2004), o aparelho auditivo é constituído por três partes distintas: orelha externa, orelha média e orelha interna, como podemos observar na figura 8, cada uma delas tem uma função específica.

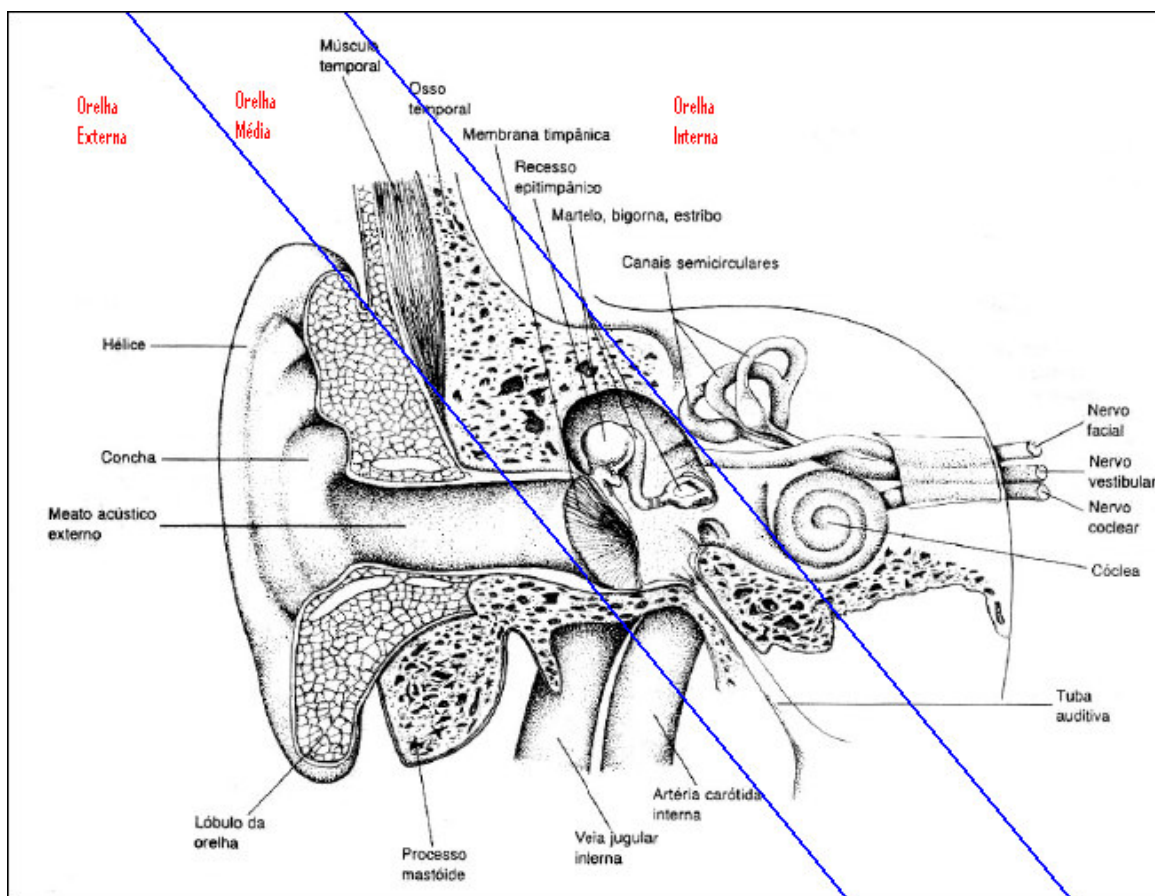


Figura 8 - Corte esquemático do aparelho auditivo.

FONTE: Costa *et al.* (1994), apud Azevedo (2005).

#### 4.1.1 Orelha externa

A orelha externa inclui a parte externa (orelha), o pavilhão auditivo e a membrana timpânica. Este conjunto atua como aparelho receptor. De acordo com López (1999), as ondas sonoras incidentes na parte externa são captadas e canalizadas pelo pavilhão auditivo, cuja função é de transmiti-las depois de reforçadas. O efeito causado pelo pavilhão auditivo é de reforçar ainda mais a pressão sonora, mediante as reflexões na trajetória pelas suas paredes. Este aumento de pressão depende da frequência do som. A forma da membrana timpânica apresenta duas propriedades opostas: um determinado grau de rigidez e a possibilidade de se deformar, porém sem modificação das características mecânicas e acústicas. Pode-se afirmar que o tímpano está constituído de tal maneira que pode mudar de forma, passando da cônica com geratriz retilínea à pseudocônica com geratriz curvilínea, conservando certo grau de rigidez. A parte superior do tímpano



atua como uma dobradiça, e quando ocorre a vibração é a parte inferior que registra o máximo de amplitude. Esta assimetria ocorre em todos os órgãos da audição, assim como a distorção de amplitude devida ao pavilhão e ao relevo do canal auditivo, cujas características devem ser levadas em conta. López (1999) vai mais além e observa que o ouvido não é um transdutor fiel, já que aporta distorções lineares e não lineares que originam sons harmônico e sons subjetivos que tendem a enriquecer a onda sonora.

#### 4.1.2 Orelha média

A orelha média contém três minúsculos ossos enlaçados: Martelo, Bigorna e Estribo, que transmitem as vibrações desta membrana até o ouvido interno, portanto esta parte do sistema auditivo atua como transmissor. López (1999) descreve que a transmissão do som se efetua em primeiro lugar através destes ossículos que, além disto, têm uma dupla função: de adaptação e de proteção. A onda sonora passa de um meio aéreo para um meio líquido, e esta passagem tem uma resistência específica, a qual ocorre em função do produto da densidade volumétrica do meio pela velocidade de fase da onda neste meio. Neste caso a diferença de resistência acústica é grande e o coeficiente de transmissão acústico é muito pequeno. A onda sonora ao passar de um meio gasoso para o meio líquido sofre perdas causadas pela impedância deste meio, e para compensar estas perdas aquela cadeia óssea atua como um adaptador.

Maia (2002) cita que a estrutura da pequena cadeia ossicular e a diferença de área das membranas timpânica e oval amplificam o sinal acústico em cerca de 22 vezes, e este mecanismo compensa os efeitos da impedância sonora entre os meios de transmissão aéreo, ósseo e líquido, e é denominado de casamento de impedância. A proteção desempenhada pela cadeia óssea se dá em função de que os músculos do martelo e do estribo reduzem a amplitude das oscilações e protege o ouvido interno contra os sons intensos de baixa frequência e melhora a audição dos sons agudos diminuindo o efeito mascarado dos sons graves. Os movimentos da superfície do estribo na janela oval fazem variar freqüentemente as

características da onda sonora que se transmite. Para ondas de alta frequência e pequena amplitude, a superfície do estribo se move como uma porta no vai e vem de uma dobradiça, enquanto que para ondas de baixa frequência e grande amplitude o movimento se realiza ao redor do eixo perpendicular precedente, de tal maneira que a superfície do estribo se desloca impedindo a passagem destas frequências, como um processo de admissão em uma tubulação.

A pressão timpânica transmitida à superfície do tímpano e à do estribo na janela oval fazendo originar as vibrações no líquido do ouvido interno, que por sua vez estimula as células sensoriais. Portanto, tem uma grande importância a liberdade de movimento da superfície do estribo.

Aos movimentos da janela oval correspondem outros da janela redonda em oposição de fase com os primeiros, em função da incompressibilidade dos líquidos. As duas janelas se encontram situadas em planos perpendiculares, que também atua como uma proteção natural para evitar que a onda sonora chegue em fase a estas duas membranas, o que faria a cadeia óssea deixar de funcionar, dando lugar à anulação dos efeitos da onda sonora, ainda que parte do caracol, no ouvido interno, funcione como o elemento de transmissão.

#### 4.1.3 Orelha interna

A orelha interna é uma cavidade de forma complexa repleta de líquidos chamados de perilinfa (rico em Sódio) e endolinfa (rico em Potássio), contendo as membranas e terminais nervosos, pelos quais se detectam as trocas de pressão analisando-as e transmitindo-as até o nervo acústico. De acordo com Maia (2002), do ponto de vista anatômico a orelha interna é formada por três componentes: o vestíbulo, os canais semicirculares e a cóclea.

A cóclea é formada por três canais enrolados, que lhe dá a forma de um caracol, e estes canais são denominados de: escala vestibular, escala média e escala timpânica (figura 9). De acordo com Goelzer *et al.* (2001), a cóclea tem um

volume aproximado de 0,2 mililitros, e neste espaço se encontram mais de 30.000 células capilares que atuam como transdutor de vibração mecânica para impulsos e 19.000 fibras de nervos que transmitem os impulsos para o cérebro e vice-versa.

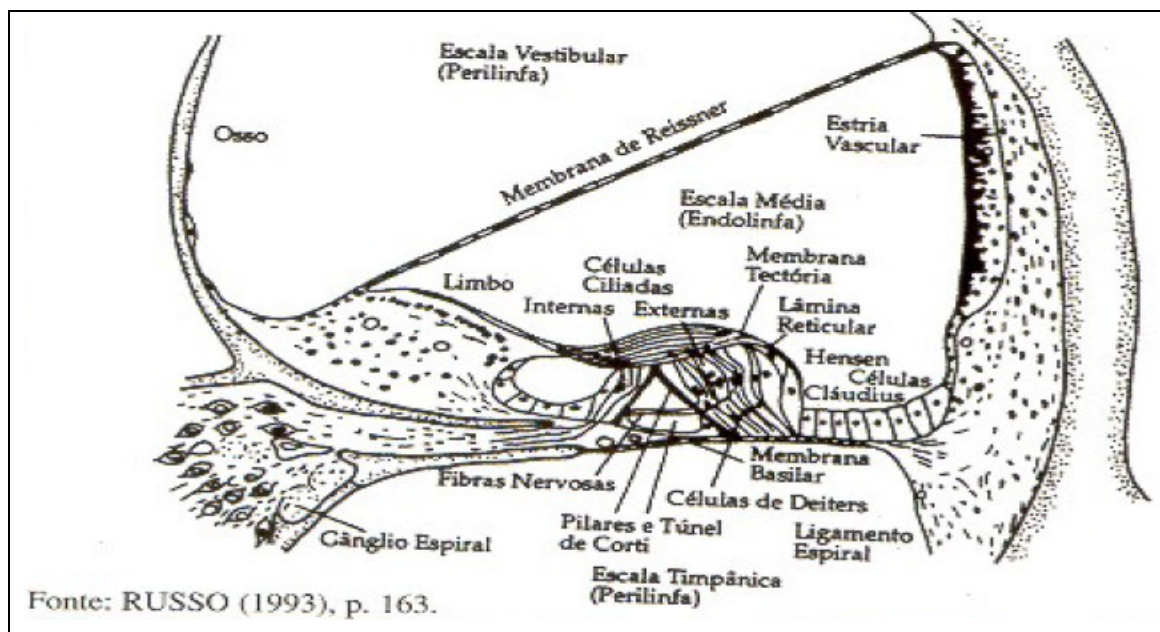


Figura 9 – Orelha interna.

FONTE: Russo (1993), apud Maia (2002).

López (1999) realça que um dos pontos mais interessantes com relação ao mecanismo da audição era conhecer como o ouvido é capaz de distinguir e analisar os sons através de sua freqüência. Isto foi demonstrado por Helmholtz<sup>1</sup> que elaborou uma nova teoria, ao supor que a estrutura basilar possuía uma estrutura fibrosa e que cada uma destas fibras eram independentes uma da outra, e tensionados ao longo do canal em forma de caracol como as cordas de um piano, fazendo vibrar a escala média próxima à base, nas freqüências altas, conforme a figura 10.

<sup>1</sup>**Hermann von Helmholtz** Cientista e filósofo alemão (1821- 1894). Deu importante contribuição para a fisiologia, para a óptica, para a eletrodinâmica.

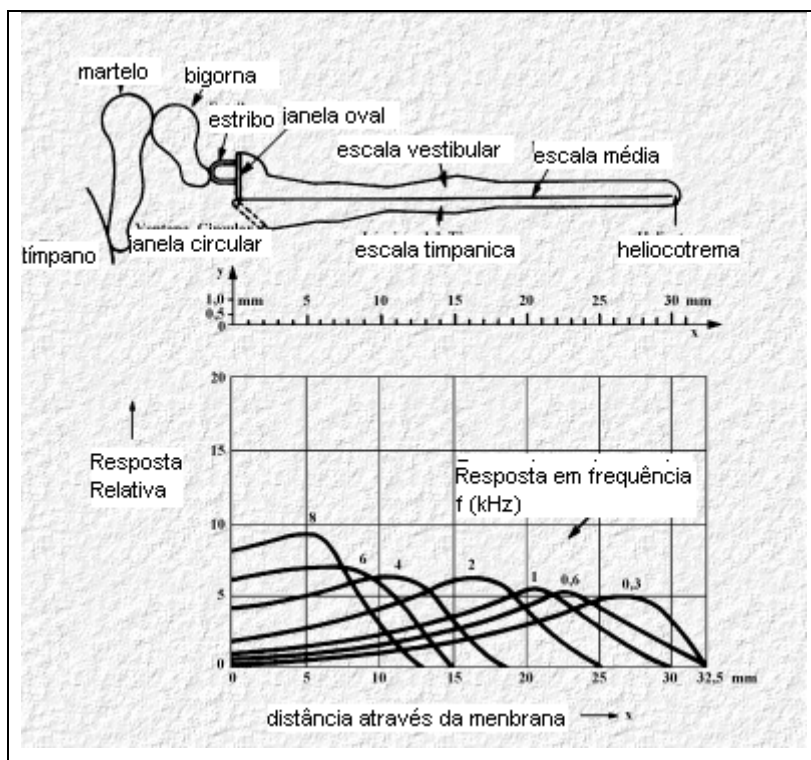


Figura 10 - Representação do comprimento da cóclea.  
FONTE: López (1999).

Pesquisas posteriores têm demonstrado que Hemholtz estava correto no aspecto de que era a membrana basilar o órgão que analisava a onda complexa em suas componentes de frequência, estando a frequência mais alta localizada na base, não do modo que se refere a sua posição da estrutura fibrosa e da tensão, de cada uma das fibras dado que mediante um exame microscópico não se observa esta estrutura fibrosa. As propriedades de sintonia da escala média se devem mais à sua estrutura e tensão, às dimensões, massa e rigidez da mesma. Existe uma dificuldade na discriminação das distintas frequências, devido ao elevado grau de amortecimento das ondas através do estreito canal do caracol. Devido ao amortecimento existente, não se produzem reflexões de suficiente magnitude para que se estabeleça uma onda estacionária capaz de fazer soar a escala média.

Nos seres humanos, o comprimento médio da cóclea desde a sua base até o seu ápice é de aproximadamente 34 mm, conforme a figura 10. A forma espiral e a posição da cóclea encravada dentro do osso temporal poroso sugerem uma estrutura fortemente protegida, conforme a figura 9, porém suas paredes são frágeis e sensíveis em conformidade com a faixa de frequência de áudio (BIES e HANSEN, 2003).

## 4.2 A SENSACÃO SONORA

O ouvido humano reage, segundo Russo e Santos (2005), a duas características básicas do som: a intensidade e a frequência. A intensidade está diretamente relacionada ao limiar da audição, e a frequência está relacionada à sensação de tonalidade, ou pitch sonoro.

### 4.2.1 Limiar da audição

O Limiar da audição é a intensidade acústica mínima que o ser humano pode detectar a uma determinada frequência, medido em decibel (dB). Da mesma forma que um som muito fraco pode não ser perceptível, um som excessivamente elevado produz uma sensação dolorosa e incômoda, portanto existe um limite de intensidade inferior e superior para a percepção humana, para os quais a audição torna-se impossível.

Este limiar pode variar muito de um indivíduo para outro, porém para obtê-lo com segurança foram realizados testes com um determinado grupo de indivíduos jovens com idade de 18 a 25 anos, nas seguintes condições: a audição foi avaliada nos dois ouvidos, em campo sonoro de onda planas e progressivas, em câmara anecóica e isolando cada indivíduo do ruído ambiental.

O resultado obtido por diferentes pesquisadores em diferentes países é demonstrado através do gráfico da figura 11, e foi denominado limite de audição normalizado. Neste gráfico a área compreendida entre as duas curvas representam os níveis superior e inferior e foi denominada zona de audição, mostrando também a dependência clara entre a sensibilidade do ouvido e a faixa de frequência, além de se visualizar que a máxima sensibilidade ocorre na frequência de 3 kHz. O campo de resposta do ouvido humano está na faixa de 20 Hz a 20 kHz, para uma pessoa normal na faixa etária de 18 anos. Com a idade o ouvido humano diminui a resposta às frequências superiores (LÓPEZ, 1999; BIES e HANSEN, 2003).

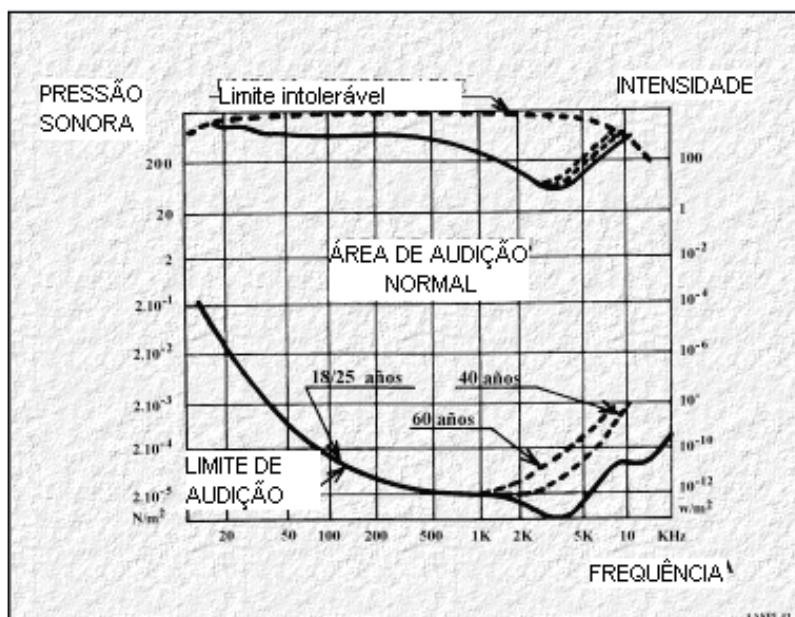


Figura 11- Gráfico da variação da pressão sonora no ouvido com a frequência.  
FONTE: López (1999).

#### 4.2.2 Tom (pitch) sonoro

Segundo Bies e Hansen (2003) e López (1999), a frequência mais baixa, a qual pode ser identificada como um tom por uma pessoa com a audição normal é de 20 Hz, esta é uma resposta subjetiva para frequência. As frequências baixas são identificadas como graves, as quais se encontram na zona inferior do espectro audível. As frequências médias são as que se encontram ao redor de 1 kHz a 2 kHz, enquanto que as frequências altas ou agudas são as que se aproximam do limite superior do espectro audível, isto é, 20 kHz. As vibrações de frequência muito pequena, mas com amplitude suficiente produzem uma sensação de choques rítmicos atuando no tímpano como uma caixa manométrica. Porém, a percepção sonora propriamente dita não se inicia até chegar a 16 Hz. Quando é utilizado um diapasão que produz sons simples para produzi-la, só é logrado êxito quando se atinge a frequência de 40 Hz. A menor frequência  $\Delta f/f$  perceptível entre sons de frequências  $f$  e  $f \pm \Delta f$  e de suficiente intensidade (limite diferencial de frequência) varia com a frequência para uma determinada intensidade, sendo aproximadamente constante entre 0,5 kHz e 4 kHz, e aumentando rapidamente quando nos afastamos destes valores. Porém, se outros dois sons de frequências próximas  $f$  e  $f'$  atuarem

simultaneamente no ouvido, se percebem pulsações que têm por frequência absoluta  $f - f'$  o seu desaparecimento para  $f = f'$  permite reconhecer a igualdade do tom dos sons com uma precisão de uma fração de Hertz para os sons graves e de alguns Hertz para os sons agudos, conforme o gráfico da figura 12.

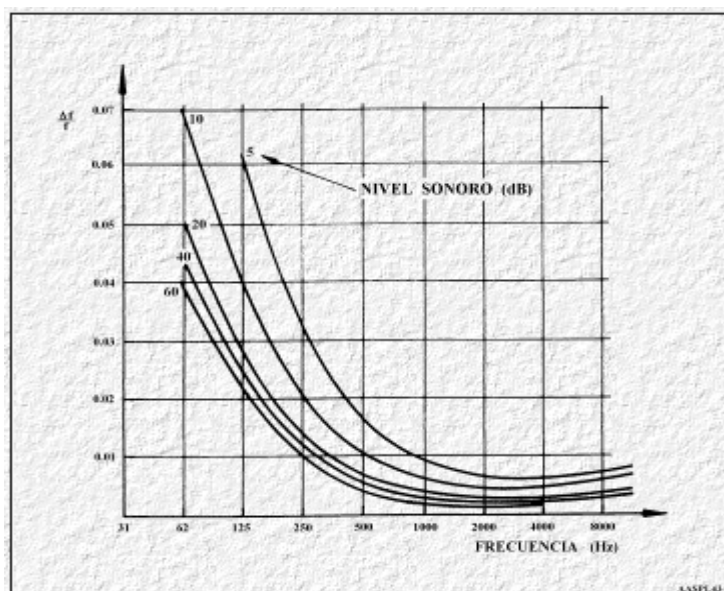


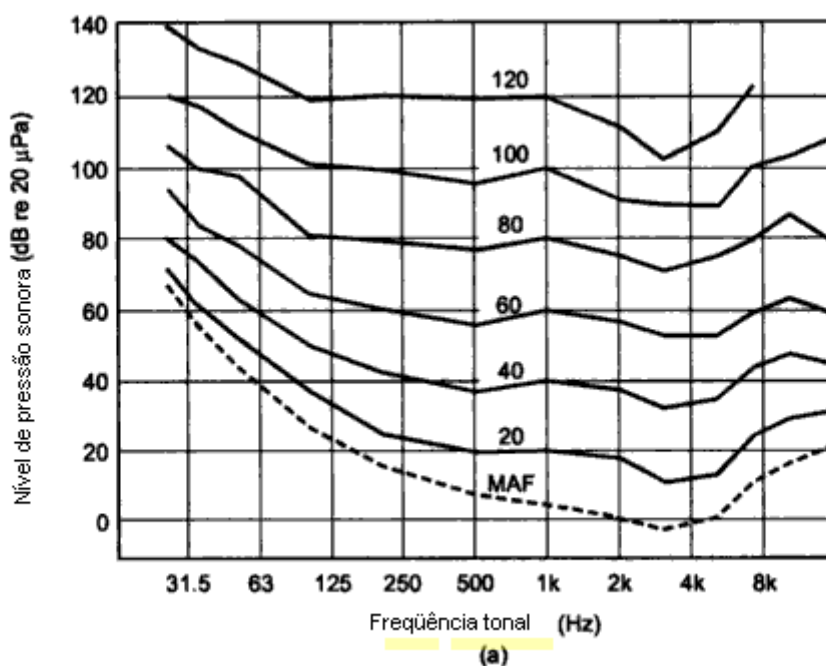
Figura 12 - Gráfico que mostra a diferença de frequência perceptível em função de uma determinada intensidade.

FONTE: López (1999).

O tom é uma grandeza subjetiva enquanto a frequência é uma grandeza física e mensurável, e não guardam uma correspondência biunívoca, ainda que a primeira delas aumente ou diminua em função da outra, porém a razão de variação não é igual para ambas. Na faixa das frequências médias os tons se correspondem com as oitavas de frequências, se passamos de um tom de 1 kHz para outro de 2 kHz, percorremos uma oitava, mas a sensação percebida neste caso não é a mesma que se experimenta na faixa de 7 kHz a 8 kHz, ainda que em ambos os casos se tenham aumentado 1 kHz. Na realidade teríamos que percorrer outra oitava, isto é a faixa de 7 kHz a 14 kHz, para sentir um efeito subjetivo análogo ao primeiro. A divisão do espectro de áudio em oitavas não se ajusta exatamente à resposta do ouvido, já que por um procedimento experimental foi demonstrado que existem algumas oitavas subjetivas que diferem de oitavas físicas (LÓPEZ, 1999).

### 4.2.3 Níveis sonoros

De acordo com Bies e Hansen (1988), Maia (2002), a sensação auditiva depende de várias condições subjetivas e de outras variáveis, algumas aleatórias, tais como a intensidade e a frequência do estímulo sonoro. Relatam que vários pesquisadores, a partir de pesquisas com uma população jovem, saudável e sem problema auditivo, criaram empiricamente um índice denominado nível de audibilidade, com o qual é possível avaliar os aspectos subjetivos do som. Este nível de audibilidade é dado em **fons** e é definido como o nível de pressão sonora de um som padronizado em dB e no tom da frequência de 1 kHz, o qual é necessário para que um número significativo de observadores o escute com a mesma intensidade. Bies e Hansen (2003) exemplificaram de maneira didática e clara na figura 13, que para a frequência de 31,5 Hz um estímulo de 40 fons soa igualmente alto como um tom de 40 fons na frequência de 1 kHz, mesmo que o nível de pressão sonora do som da frequência de 31,5 Hz seja acerca de 35 dB mais elevado. Pode-se observar nos gráficos que para frequências baixas, os seres humanos são completamente surdos. A curva tracejada do gráfico, denominada **MAF**, representa a média limite para audição, ou campo mínimo audível.





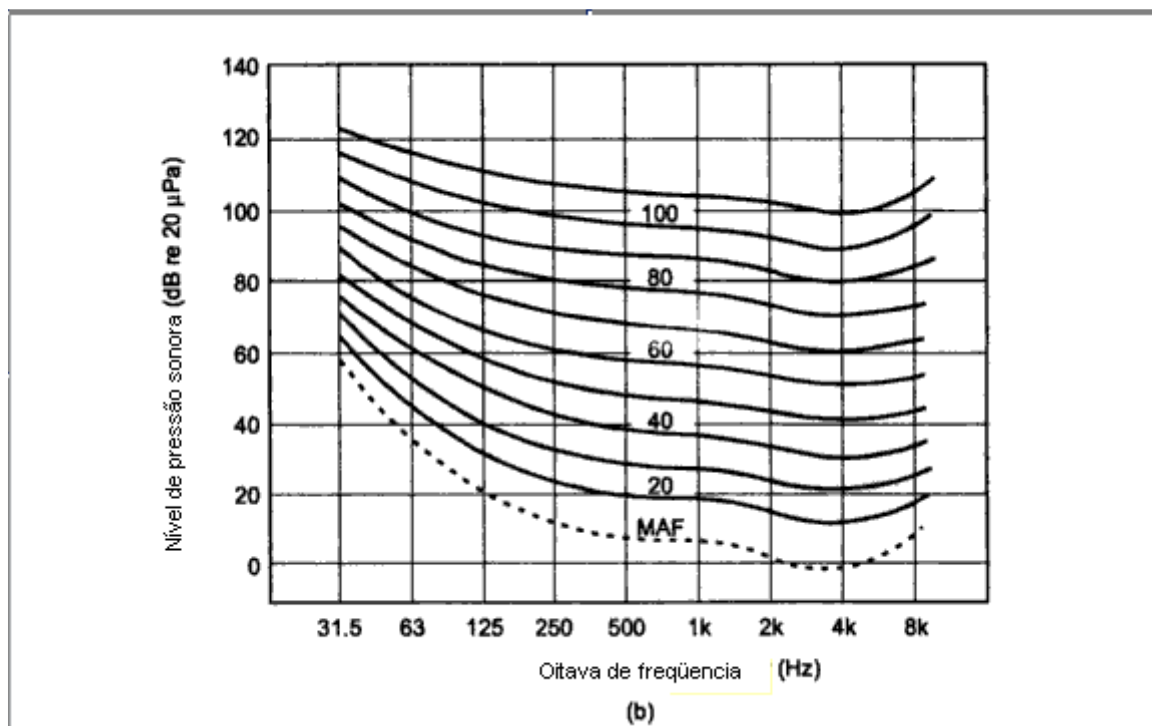


Figura 13 – Gráficos com as curvas em fons, para níveis iguais de ruído em incidência de ruído em campo livre frontal: a) ruído tonal; b) ruído da faixa de oitava de frequência. MAF é o campo mínimo audível.

FONTE: Bies e Hansen (2003).

### 4.3 PERDAS AUDITIVAS

De acordo com Ward e Duvall (1971) apud Ugalde (2000), embora haja uma enorme lista de fatores que predisõem à perda auditiva, tais como o tabagismo, enfermidades cardiovasculares, diabetes, hipercolesterolemias, etc., muitos poderiam ser inespecíficos. Outros como a pigmentação da pele ou da idade é decisiva. Além de que, Ugalde *et al.* (2000) cita que a combinação com certos agentes químicos com a exposição sonora produz reações mais forte que a exposição somente ao estímulo sonoro, tal como a ingestão de aminoglicósidos (antibióticos), diuréticos de asa, salicílicos (aspirina) e antineoplásicos (remédios para tratamento de câncer), os quais, se combinados com ambientes ruidosos, têm demonstrado uma elevada oto-toxidade.

De maior gravidade, estudos recentes têm demonstrado que a interação do ruído com ambiente contaminado pelo monóxido de Carbono e outras substâncias utilizadas na produção de plástico e resinas produzem uma perda auditiva mais profunda e permanente que aquela que se apresenta quando há atuação isolada do estímulo sonoro. Atualmente estão sendo pesquisados os efeitos da exposição a sons de infra e ultrafrequência que normalmente não são percebidos pelo ouvido humano, mas que geram estímulo vibratório que deteriora a função coclear.

Bies e Hansen (2003) citam que a deterioração da audição é observada numa faixa etária da população com o passar da idade. Esta deterioração ocorre acima dos 60 anos e é denominada de presbiacusia, é caracterizada pelo aumento da perda com o incremento da frequência e faixa de perda com o aumento da idade, além de que os homens tendem a perder a sensibilidade auditiva mais rápido que as mulheres. A perda de audição pode também não ser causada somente pelo avanço da idade, mas também pelo resultado da exposição excessiva ao ruído. A perda da audição pela exposição excessiva ao ruído ocorre na faixa de frequência entre 4.000 a 6.000 Hz. Esta é a faixa de frequência de maior sensibilidade do ouvido humano.

Segundo Royster *et al.* (1980) apud Bies e Hansen (2003), pesquisas realizadas nos Estados Unidos, com ambos os sexos, demonstraram que a exposição ao ruído excessivo tem consequência mais danosa para um sexo específico e para uma determinada raça. A pesquisa mostrou que, para a mesma exposição, homens brancos sofreram maior perda de audição que os homens negros, mulheres brancas e negras com progressiva perda nesta ordem. O sexo masculino tende a ter uma perda de audição na faixa das frequências altas, enquanto as mulheres tendem a ter uma perda de audição uniforme em todas as frequências.

Portanto, de acordo com Bernardi *et al.* (2006), “quando se estudam perdas auditivas de origem ocupacional, deve-se levar em conta que há outros agentes causais que não somente podem gerar perdas auditivas, independentemente de exposição ao ruído, mas também, ao interagir com este, potencializar os seus efeitos

sobre a audição. Entre outros, podem ser citados a exposição a certos produtos químicos, às vibrações e o uso de alguns medicamentos”.

#### 4.3.1 A Perda Auditiva Induzida por Ruído

De acordo com Ugalde *et al.* (2000), a perda auditiva induzida por ruído (PAIR) é um problema que tem tido um incremento com o progresso da civilização. Com o transcorrer dos anos, com a industrialização e a falta de consciência, este sofrimento aumenta dia a dia. Estima-se que um terço da população mundial sofre de algum grau de hipoacusia<sup>2</sup> causada pela exposição ao ruído de alta intensidade.

Dias *et al.* (2006) citam que a PAIR, primeiramente, é consequência de uma lesão em nível de receptores sensoriais da cóclea, isto é, nas células ciliadas externas do órgão de Corti. Em alguns casos, as células de sustentação também podem ser afetadas. Dependendo do estímulo (intensidade, duração, frequência e tempo de exposição), o ruído pode causar dano às células ciliadas.

Yanz e Abbas (1982) apud Fleig (2004) argumentam que pode ocorrer uma variabilidade entre os indivíduos de diferentes idades na ocorrência de perdas auditivas induzidas pelo ruído, em função de uma pré-disposição.

Neste contexto, Costa (1999) estima que dependendo do grau, tipo e configuração da perda auditiva o indivíduo enfrentará dificuldades crescentes na sua capacidade de comunicação, além de que a onipresença de zumbidos, nos casos mais severos, piora esta situação. Em função disto, comenta que a perda auditiva representa um infortúnio de dupla perversidade, pois ao mesmo tempo em que retira do indivíduo o contato com os sons ambientais (via de regra prazerosos), impõe-lhe o zumbido, que se trata de um ruído intrínseco, contínuo e não raramente, desesperador. Esta situação, ao se agravar, pode fazer com que o deficiente auditivo se desestabilize social e psicologicamente e mergulhe em um processo de isolamento progressivo, podendo por sua vez, deflagrar tendências depressivas ou

---

<sup>2</sup> Hipoacusia: Perda auditiva

aprofundar uma crise de depressão preexistente culminando em um legítimo “auto-exílio” ou ostracismo social.

Segundo Schneider *et al.* (2005), a PAIR pode ser causada pela exposição a uma intensidade elevada de ruído durante um determinado tempo, bem como pela exposição repetida a vários níveis de ruído sobre um período de tempo prolongado. A perda de audição induzida pelo ruído ocupacional, ao contrário do trauma acústico ocupacional, é a perda de audição que se manifesta no decorrer dos anos, como o resultado da exposição ao ruído alto contínuo ou intermitente. O diagnóstico da perda de audição induzida pelo ruído deve ser feito clinicamente, por um profissional médico. É mandatário incluir um estudo histórico da exposição de ruído.

De acordo com Schneider *et al.* (2005) e Mathur e Roland (2007), os critérios para diagnosticar a PAIR ocupacional são os seguintes:

- É sempre neurosensorial, e afeta as células ciliares no ouvido interno;
- Em função de que a maioria de exposições ao ruído são simétricas, resulta em perda de audição tipicamente bilateral.
- A taxa da perda de audição devido à exposição crônica ao ruído é a maior durante os primeiros 10 - 15 anos de exposição, e diminui porque o limiar da audição aumenta. Isto está no contraste à perda auditiva pela idade, que se acelera com o passar do tempo;
- Tipicamente, o primeiro sinal da PAIR pode ser observado no resultado de um exame de audiograma quando este aponta uma falha na resposta de audição, na frequência de 3.000 Hz, 4.000 Hz ou 6.000 Hz. De acordo com Mathur e Roland (2007) a PAIR é sempre maior nas frequências de 3.000 Hz a 4.000 Hz que nas frequências na faixa de 500 a 2.000 Hz. A falha de audição é freqüentemente preservada na faixa de 4.000 Hz, nos estágios mais avançados.

- A perda da audição em alta frequência raramente ultrapassa 75 dB, assim como a perda em baixa de frequência não excede a 40 dB.

A Agência Europeia de Saúde e Segurança no Trabalho – (OSHA) relata que os sintomas da PAIR ocorrem gradualmente após um período do aumento contínuo da exposição. Primeiramente, o estágio da perda de audição será sentido pela dificuldade em ouvir as vozes das crianças, seguida por vozes das mulheres. Os sons podem tornar-se distorcidos ou abafados, e pode ser difícil compreender a fala. O indivíduo pode não estar ciente da perda, neste caso o problema pode ser detectado com um teste de audição. Além disto, a perda de audição pode afetar os trabalhadores de maneira que os próprios não percebem e podem se manifestar, como:

- Zumbidos nos ouvidos ou na cabeça (chamado tinnitus); pressão sanguínea elevada; fadiga; estresse e isolamento social dos colegas do trabalho, família e amigos.

#### 4.3.2 Outras consequências do ruído

De acordo com a OMS (1980), outros distúrbios causados pela exposição ao ruído é a dificuldade em dormir, isto é, a insônia, e o estresse o qual provoca a sensação de cansaço, além de provocar a elevação da pressão arterial e conseqüentemente incidindo nos distúrbios circulatórios, incluindo a hipertensão arterial, a qual tem sido freqüentemente diagnosticada nos trabalhadores expostos ao ruído laboral. Além disso, os efeitos do ruído no sistema nervoso simpático autônomo são a dilatação dos olhos, taquicardia, e a condutibilidade da pele aumentada a qual é proporcional à intensidade do ruído acima de 70 dB (Lp), sem a devida adaptação ao estímulo. Outros distúrbios causados pelo ruído intenso no sistema nervoso simpático podem resultar em problemas gastrointestinais. Informes de registros médicos dos trabalhadores mostraram que além de uma predominância mais elevada na perda da audição, os grupos por se exporem ao ruído têm uma

predominância mais elevada da úlcera péptica, entretanto, um relacionamento causal para este problema não foi confirmado.

Ainda de acordo com a OMS (1980), mais estudos em longo prazo são exigidos para determinar os riscos à saúde devido à ação do ruído no sistema nervoso autônomo.

## 5 NORMAS E LEGISLAÇÕES

A avaliação da exposição do ruído laboral passa pelo cumprimento no disposto em Normas de Organismos e Agências internacionais e nacionais, e pelo cumprimento das Leis brasileiras que regem e regulamentam o direito trabalhista e previdenciário. Conforme Horvath (2003), tais disposições legais baseiam-se no princípio da responsabilidade das entidades empregadoras, em emitir laudos de avaliações ambientais das condições laborais de seus trabalhadores. Isto deve ser feito para fins de segurança e medicina do trabalho, no que tange à proteção de riscos a acidentes e de doença profissional, e para fins de comprovação à concessão de aposentadoria especial, quanto à atividade laboral, para subsidiar os pleitos junto aos órgãos governamentais, desde que se enquadrem dentre àquelas estabelecidas em Lei como insalubres.

Com efeito, neste capítulo são abordadas Normas, critérios, parâmetros, Legislações e documentos oficiais, que devem ser levados em conta no cumprimento das Normas de Segurança e Medicina do Trabalho, para o controle da saúde ocupacional e requerimento de direitos previdenciários dos trabalhadores da iniciativa privada. Também são abordados os dispostos nas Normas Técnicas nacionais e internacionais, no que tange aos limites de tolerâncias de níveis de pressão sonora para o ser humano, e os procedimentos para avaliação da exposição sonora, para que seja cumprido o estabelecido na legislação brasileira.

### 5.1 A NORMA REGULAMENTADORA Nº 9 (NR-9)

A Norma Regulamentadora NR-9 – PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS, aprovada pela Lei nº 6.514 de 22 de dezembro de 1977 e regulamentada pela Portaria nº 3.214 de 8 de junho de 1978, estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Prevenção de Risco Ambientais (PPRA), visando a preservação da

saúde e da integridade dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e conseqüente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais.

Neste contexto, a NR-9 estabelece ações que devem ser desenvolvidas no âmbito de cada estabelecimento da empresa, sob a responsabilidade do empregador e com a participação dos trabalhadores, sendo sua abrangência e profundidade dependentes das características dos riscos e das necessidades de controle.

Para isto estabelece parâmetros que devem ser seguidos em etapas previstas e identificadas no corpo da Norma, os quais são relacionados a seguir:

- **Parâmetro 1: Da Estrutura do PPRA**

1. Planejamento anual com estabelecimentos de metas, prioridades e cronograma;
2. Estratégia e metodologia de ação;
3. Forma de registro, manutenção e divulgação de dados de ação;
4. Periodicidade e forma de avaliação.

- **Parâmetro 2: Do Desenvolvimento do PPRA**

1. Antecipação e reconhecimento dos riscos;
2. Estabelecimento de prioridade e metas de avaliação e controle;
3. Avaliação dos riscos e da exposição dos trabalhadores;



4. Implantação de medidas de controle e avaliação de sua eficácia;
5. Monitoramento da exposição aos riscos;
6. Registro e divulgação de dados;
7. A antecipação deverá envolver análise de projetos de novas instalações, métodos ou processos de trabalho;
8. Determinação e localização das possíveis fontes geradoras;
9. Identificação das possíveis trajetórias e dos meios de propagação do agente físico Ruído no ambiente de trabalho;
10. A caracterização das atividades e do modo da exposição.

- **Parâmetro 3: Quanto à Avaliação quantitativa**

1. A avaliação deverá ser realizada sempre que necessária;
2. Comprovar o controle da exposição ou inexistência dos riscos identificados na etapa do reconhecimento;
3. Dimensionar a exposição dos trabalhadores.

- **Parâmetro 4: Das Medidas de controle**

1. Identificação, na fase de antecipação, do risco potencial à saúde;
2. Quando os resultados das avaliações quantitativas da exposição dos trabalhadores excederem os valores dos limites de tolerâncias previstos na NR-15 ou, na ausência destes, os valores de limites de exposição ocupacional adotado pela American Conference of Governmental Industrial

Higyenists (ACGIH), ou aqueles que venham a ser estabelecidos em negociações coletivas de trabalho, desde que mais rigorosos do que os critérios técnico-legais estabelecidos;

3. O estudo, desenvolvimento e implantação de medidas de proteção coletiva deverão obedecer a seguinte hierarquia;

- Medidas que eliminem ou reduzam a utilização ou a formação de agentes prejudiciais;
- Medidas que previnam a liberação ou disseminação destes agentes no ambiente de trabalho;
- Medidas que reduzam os níveis ou a concentração destes agentes no ambiente de trabalho.

4. A implantação de medidas de caráter coletivo deverá ser acompanhada de treinamento dos trabalhadores quanto aos procedimentos que assegurem a sua eficiência de informação sobre eventuais limitações de proteção que ofereçam.

5. Quando comprovado pelo empregador ou instituição a inviabilidade técnica da adoção de medidas de proteção coletiva, ou quando estas não forem suficientes ou encontrarem-se em fase de estudo, planejamento, ou implantação, ou ainda em caráter complementar ou emergencial, deverão ser adotadas outras medidas obedecendo se a seguinte hierarquia:

- Medida de caráter administrativo ou organização do trabalho;
- Utilização de Equipamento de Proteção Individual (EPI).

6. A utilização de EPI no âmbito do programa deverá considerar as normas legais e administrativas e envolver no mínimo:

- Seleção do EPI adequadamente ao risco e a atividade do trabalhador. Levando em conta a eficiência necessária ao controle da exposição ao risco, e o conforto oferecido ao trabalhador;
- Programa de treinamento dos trabalhadores quanto à forma correta de utilização e orientação sobre as limitações de proteção que o EPI oferece.

- **Parâmetro 5: Do Nível de ação**

1. Considerar como nível de ação o valor acima do qual devem ser iniciadas ações preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições a agentes ambientais ultrapassem os limites de exposição. As ações devem incluir o monitoramento periódico da exposição, a informação aos trabalhadores e o controle médico.
2. Deverão ser objeto de controle sistemático as situações que apresentem exposição ocupacional acima dos níveis de ação, conforme indicado abaixo:
  - Para o ruído, a dose de 0,5 (dose superior a 50%), conforme critério estabelecido na NR-15, Anexo nº 1, item 6 desta Norma.

- **Parâmetro 6: Do Registro de dados**

1. Deverá ser mantido pelo empregador ou instituição um registro de dados, estruturado de forma a constituir um histórico técnico e administrativo do desenvolvimento do PPRA;
2. Os dados deverão ser mantidos por um período mínimo de 20 anos;
3. O registro de dados deverá sempre estar disponível aos trabalhadores interessados ou seus representantes e para as autoridades competentes.

## 5.2 A NORMA REGULAMENTADORA Nº 15 (NR-15)

A Norma Regulamentadora NR-15 – ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES, aprovada pela Lei nº 6.514 de 22 de dezembro de 1977 e regulamentada pela Portaria nº 3.214 de 8 de junho de 1978, estabelece que são consideradas atividades ou operações insalubres, por exposição ao agente físico Ruído, as que se desenvolvem acima dos limites de tolerância previstos nos seus Anexos 1 e 2.

Entende-se por "Limite de Tolerância", para os fins desta Norma, a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição a este agente, que não causará dano à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral.

A eliminação ou neutralização da insalubridade deverá ocorrer com a adoção de medidas de ordem geral que conservem o ambiente de trabalho dentro dos limites de tolerância e ou com utilização de equipamento de proteção individual. Na NR-15 estão claramente definidos os conceitos de Ruído Contínuo ou Intermitente e Ruído de Impacto ou Impulsivo, para os fins de aplicação de Limites de Tolerância.

O Ruído de Impacto ou Impulsivo é aquele que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1 (um) segundo e intervalos superiores a 1 (um) segundo e entende-se como Ruído Contínuo e Intermitente, para fins de Limites de Tolerância, o ruído que não seja o Ruído de Impacto ou Impulsivo.

Os níveis de ruído contínuo ou intermitente devem ser medidos em decibels (dB) com o instrumento de nível de pressão sonora operando no circuito de compensação "A" e circuito de resposta lenta (SLOW). As leituras devem ser feitas próximas ao ouvido do trabalhador e estabelece os seguintes critérios para prevenir a exposição dos trabalhadores:

1. Os tempos de exposição aos níveis de ruído não devem exceder os limites de tolerância fixados no quadro do ANEXO 1 da NR-15;
2. Para os valores encontrados de nível de ruído intermediário será considerada a máxima exposição diária permissível relativa ao nível imediatamente mais elevado;
3. Não é permitida exposição a níveis de ruído acima de 115 dB(A) para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos;
4. Se durante a jornada de trabalho ocorrer dois ou mais períodos de exposição a ruído de diferentes níveis, devem ser considerados os seus efeitos combinados, de forma que se a soma das seguintes frações:

$$\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} + \dots + \frac{C_n}{T_n}$$
 exceder a unidade, a exposição estará acima do limite de tolerância, onde  $C_n$  indica o tempo total a que o trabalhador fica exposto ao nível de ruído específico e  $T_n$  indica a máxima exposição diária permissível a este nível, conforme a Tabela 2.

Os níveis de ruído de Impacto deverão ser avaliados em decibels (dB), com o instrumento de nível de pressão sonora operando no circuito linear e circuito de resposta para impacto. As leituras devem ser feitas próximas ao ouvido do trabalhador e estabelece os seguintes critérios para prevenir a exposição dos trabalhadores.

1. O Limite de Tolerância para o Ruído de Impacto ou Impulsivo será de 130 dB (Linear);
2. Nos Intervalos entre os picos, o ruído devera ser considerado como Contínuo;
3. Em caso de não se dispor de medidor do nível de pressão sonora com circuito de resposta para impacto, será valida a leitura feita no circuito de resposta rápida (FAST). Neste caso o Limite de Tolerância será de 120 dB(C);

4. As atividades ou operações que exponham os trabalhadores sem proteção adequada em níveis de ruído de impacto superiores a 140 dB (Linear) medidos no circuito de resposta de Impacto, ou superiores a 130 dB(C), medidos no circuito de resposta rápida (FAST) oferecerão risco grave e iminente.

TABELA 2 - LIMITES DE TOLERÂNCIA PARA RUÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE

| NÍVEL DE RUÍDO dB(A) | MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL |
|----------------------|-------------------------------------|
| 85                   | 8 horas                             |
| 86                   | 7 horas                             |
| 87                   | 6 horas                             |
| 88                   | 5 horas                             |
| 89                   | 4 horas e 30 minutos                |
| 90                   | 4 horas                             |
| 91                   | 3 horas e trinta minutos            |
| 92                   | 3 horas                             |
| 93                   | 2 horas e quarenta minutos          |
| 94                   | 2 horas e quinze minutos            |
| 95                   | 2 horas                             |
| 96                   | 1 hora e 45 minutos                 |
| 98                   | 1 hora e 15 minutos                 |
| 100                  | 1 hora                              |
| 102                  | 45 minutos                          |
| 104                  | 35 minutos                          |
| 105                  | 30 minutos                          |
| 106                  | 25 minutos                          |
| 108                  | 20 minutos                          |
| 110                  | 15 minutos                          |
| 112                  | 10 minutos                          |
| 114                  | 8 minutos                           |
| 115                  | 7 minutos                           |

FONTE: NR-15 (2007)

### 5.3 NORMA DE HIGIENE OCUPACIONAL – (NHO 01)

A Coordenação de Higiene de Trabalho da FUNDACENTRO (Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho) do Ministério do Trabalho e Emprego - MTE, em sua norma NHO 01 – Norma de Higiene Ocupacional, tem por objetivo estabelecer critérios e procedimentos para avaliação

da exposição ocupacional ao Ruído, que implique em risco potencial de surdez ocupacional.

Esta Norma aplica-se à exposição ocupacional a ruído contínuo ou intermitente e a ruído de impacto em quaisquer situações de trabalho. Estabelece critérios de referência que embasam os limites de exposição diária adotados para o ruído contínuo ou intermitente corresponde a uma dose de 100% para exposição de 8 horas ao nível de 85 dB(A).

Para isto estabelece parâmetros que devem ser seguidos em etapas previstas e identificadas no corpo da Norma, as quais são relacionadas a seguir:

- **Parâmetro 1: Dos critérios especificados**

1. Conjunto de exposições acústicas a qual se submete o trabalhador, com seqüência definida, e que se repete de forma contínua no decorrer da jornada de trabalho;
  2. Nível médio do ruído para o qual a exposição, por um período de 8 horas, corresponderá a uma dose de 100%;
- **Dose:** parâmetro utilizado para a caracterização da exposição ocupacional ao ruído, expresso em percentual da energia sonora, tendo por referência o valor máximo da energia sonora admitida, definida com base em limite de exposição pré-estabelecido para uma determinada jornada de trabalho;
  - **Limite da exposição:** parâmetro de exposição ocupacional que representa condições sob as quais acredita-se que a maioria dos trabalhadores possa estar exposta, repetidamente, sem sofrer efeitos adversos à sua capacidade de ouvir e entender uma conversação normal;

- **Limite da exposição valor teto (LE-VT):** corresponde ao valor máximo, acima do qual não é permitida exposição em nenhum momento da jornada de trabalho.
- **Nível de ação:** valor acima do qual devem ser iniciadas ações preventivas de forma a minimizar a probabilidade que as exposições ao ruído causem prejuízos à audição do trabalhador;
- **Nível equivalente (Leq):** Nível médio da exposição do ruído laboral, baseado na equivalência de energia, definido pela equação 19 apresentada no capítulo 2 e transcrita abaixo:

$$L_{eq} = 10 \log \left[ \frac{1}{T} \int_0^T \frac{P^2(t)}{P_o^2} dt \right] (dB)$$

3. Ruído contínuo ou intermitente: O critério de referência que embasa os limites da exposição diária adotada para o ruído contínuo ou intermitente corresponde a uma dose de 100% para exposição de 8 horas ao nível de ruído de 85 dB(A).

#### 5.4 O INSTITUTO NACIONAL PARA SEGURANÇA E SAÚDE OCUPACIONAL (NIOSH) E ADMINISTRAÇÃO DE SEGURANÇA E SAÚDE OCUPACIONAL – (OSHA)

De acordo com os dados institucionais do Instituto Nacional para Segurança e Saúde Ocupacional (NIOSH) disponíveis na rede mundial de computadores (<http://www.cdc.gov/niosh/about.html>), a NIOSH e a OSHA foram criadas pelo mesmo ato do Congresso Norte Americano no ano de 1970, sendo duas agências distintas com responsabilidades separadas.



O NIOSH está alocado no departamento norte americano de saúde e recursos humanos, e é uma agência estabelecida para ajudar e garantir condições de trabalho segura e saudáveis para os trabalhadores, sejam homens ou mulheres, fornecendo a pesquisa, a informação, a instrução e a formação no campo da segurança e da saúde ocupacional.

A OSHA está alocada no departamento norte americano do trabalho e é responsável em criar e executar regulamentos para segurança e a saúde ocupacional. A NIOSH e a OSHA trabalham freqüentemente juntas com o objetivo comum de proteger a segurança e a saúde do trabalhador.

A OSHA desde 1970 estabelece o Limite de Tolerância de 90 dB(A) para o Ruído contínuo ou intermitente, para uma jornada de 8 horas diária. Para ruídos superiores a 90 dB(A) são permitidos os períodos conforme mostrado na tabela 3.

TABELA 3 - LIMITE DE NÍVEIS DE EXPOSIÇÃO AO RUÍDO OCUPACIONAL

| Duração por dia em horas | Nível máximo de ruído permitido em dB(A) |
|--------------------------|--|
| 8                        | 90                                       |
| 6                        | 92                                       |
| 4                        | 95                                       |
| 3                        | 97                                       |
| 2                        | 100                                      |
| 1                        | 105                                      |
| 1/2                      | 110                                      |
| 1/4                      | 115                                      |

FONTE: OSHA (1970)

De acordo com Jensen *et al.* (1978), a OSHA estabelece também critérios que regulamentam e que devem ser observados ao realizar a avaliação do nível de ruído ocupacional, os quais estão relacionados abaixo:

- **Parâmetro 1: Dos critérios especificados**

1. Não confundir na avaliação o nível de ruído emitido pelas máquinas e equipamentos com avaliação do nível de ruído que realmente chega ao trabalhador.

2. Na maioria das plantas industriais o nível de ruído varia durante a jornada de trabalho.
3. Máquinas podem operar em diferentes modos, o que faz variar o nível de emissão sonora de acordo com estas mudanças.
4. Os trabalhadores podem se deslocar ao redor de suas máquinas ou para diferentes partes da planta industrial.
5. Deve ser levada em conta a seqüência de produção industrial e sua influência no resultado da medição durante a jornada de trabalho e mudanças de atividades.

Em função destes critérios, tem-se a necessidade de levar em conta a variação do nível de ruído ao longo da jornada laboral para determinar o ruído ocupacional. Para tanto a regulação da OSHA estabeleceu o conceito da dose para avaliar a exposição quando há a variação no nível de ruído ocupacional.

Para se obter a dose de ruído a que o trabalhador está exposto em sua atividade laboral a OSHA estabelece algumas premissas que devem ser respeitadas:

- A exposição a algum nível de ruído acima de 90 dB contribui para uma fração parcial da dose do ruído que o trabalhador está exposto.
- Quanto mais intenso for o nível de ruído e maior o tempo de exposição maior será a dose parcial.
- A soma de todas as doses parciais pode ser calculada para se obter o total da dose diária, a qual não deve exceder a um valor especificado.
- Cada fração da dose de exposição para um determinado nível de ruído é igual a:

$$\frac{\text{o tempo realmente despendido no nível de ruído medido}}{\text{o tempo permitido para este nível de ruído}}$$

- tempo permitido para cada nível de ruído pode ser obtido através da tabela 3 estabelecido pela normatização da OSHA, ou a partir da equação 23:

$$\text{tempo permitido} = \frac{480}{2^{0,2(L_A-90)}} (\text{min}) \quad (23)$$

onde:

$L_A$  = é o nível equivalente do ruído realmente a que o trabalhador está exposto no posto de trabalho, em decibels;

- A dose diária é obtida pela soma de todas as doses parciais conforme a equação 24 abaixo:

$$D = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} + ..... + \frac{C_n}{T_n} \quad (24)$$

Onde  $C_n$  indica o tempo total a que o trabalhador fica exposto ao nível de ruído específico e  $T_n$  indica a máxima exposição diária permissível a este nível.

- Como o limite de tolerância estabelecido pela OSHA é de 90 dB(A) para 8 horas diárias, o total da dose não deve ultrapassar a unidade;
- Os níveis de ruído abaixo de 90 dB(A) não são aplicáveis no cálculo parcial da dose diária. Em outras palavras, qualquer exposição até 89 dB(A) é permitida e portanto não é contada como contribuição para a dose diária;

Além dos regulamentos acima, a OSHA estipulou outras regras:

- A exposição ao ruído contínuo não deve exceder a 115 dB(A);

- Nenhuma exposição ocupacional ao ruído de impacto e impulsivo pode exceder ao pico de 140 dB. Os quais são definidos como aqueles que têm o tempo de duração menor que 1 s e se repetem em intervalos iguais ou superiores a 1 s;
- Os níveis sonoros devem ser determinados utilizando um equipamento na escala de resposta “slow”.

## 5.5 NORMA INTERNACIONAL - ISO 1999, ACÚSTICA – DETERMINAÇÃO DA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO OCUPACIONAL E AVALIAÇÃO DA PERDA AUDITIVA PELO RUÍDO INDUZIDO.

Esta Norma especifica um método para calcular o limite do PAIR no ouvido humano, para avaliar as mudanças dos níveis do limite da audição da população adulta devido a vários níveis, duração da exposição e frequência dos sons que compõe o ruído. Além de fornecer a base para calcular os obstáculos da audição, de acordo com várias fórmulas, quando os níveis do limite de audição nas frequências de audiometria comumente medidos ou quando a combinação de tais frequências excederem determinados valores.

## 5.6 A ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE – (OMS)

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS, 1980), um ruído de até 50 dB(A) pode perturbar, mas o organismo se adapta facilmente a ele. A partir de 55 dB(A) pode haver a ocorrência de estresse leve, acompanhado de desconforto. O nível de 70 dB(A) é tido como o nível do desgaste do organismo, aumentando os risco de infarto, derrame cerebral, infecções, hipertensão arterial e outras patologias. À 80 dB(A) ocorre a liberação de endorfinas, causando uma sensação de prazer momentâneo. Já à 100 dB(A) pode haver perda da audição.

## 5.7 ENQUADRAMENTO DA EVOLUÇÃO DO LIMITE DE TOLERÂNCIA PARA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO, NO PLANO LEGISLATIVO BRASILEIRO.

O enquadramento do limite de tolerância ao agente físico Ruído surgiu na legislação brasileira no ano de 1964. As bases legais que estabeleceram o limite de tolerância ao agente físico Ruído foram inicialmente fixadas pelo Decreto Lei nº 53.831 de 25 de março de 1964, o qual regulamentou o disposto no art. 31 da Lei nº 3.807 de 26 de agosto de 1960, Lei Orgânica da Previdência Social. Neste Decreto, em seu artigo 2º, dispôs que para efeitos da concessão da Aposentadoria Especial, seriam considerados serviços insalubres, perigosos e penosos os exercidos em atividades profissionais consideradas insalubres, perigosas ou penosas as constantes em seu quadro Anexo em que se estabelece também a correspondência com os prazos referidos no art. 31 da citada Lei. Neste Decreto foi elencada a relação dos agentes, e no caso específico do agente físico Ruído, ficou estabelecido que o limite de tolerância seria de 80 dB, para uma jornada de 8 horas diárias.

A Legislação brasileira foi modificada ao longo dos anos. Em 1973 foi publicado o Decreto-Lei nº 72.771 de 10 de setembro de 1973, que alterou o Limite de Tolerância de 80 para 90 dB para uma exposição de 8 horas diárias. Sucessivamente foram publicados: Decreto nº 83.080 de 29 de janeiro de 1979, Decreto nº 357 de 09 de dezembro de 1991, Decreto nº 611 de 22 de julho de 1992, Decreto nº 2.172 de 06 de março de 1997 e Decreto nº 3.048 de 07 de maio de 1999. Todos estes Decretos mantiveram o Limite de Tolerância de 90 dB para o agente físico Ruído. Porém, estes Decretos não revogaram o estabelecido no Decreto nº 53.831 de 30 de março de 1964, que estabeleceu o Limite de Tolerância de 80 dB para a exposição ao agente físico Ruído. Portanto, para fins de concessão de aposentadoria especial por condição insalubre, ficou estabelecido o conflito jurídico em relação ao Limite de Tolerância a ser adotado.

Em 2003, novamente se modificou a Legislação e foi editado o Decreto nº 4.882 de 19 de novembro de 2003, que veio colocar fim ao conflito jurídico. Este Decreto estabeleceu que para efeito de concessão de aposentadoria especial, em

função da atividade insalubre por exposição ao agente físico Ruído, o Limite de Tolerância é de 85 dB. Porém, através de jurisprudência do TRF da 4ª que abrange o estado do Paraná, do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina o estabelecido neste Decreto retroagiu para 06 de março de 1997. Então, o Limite de Tolerância de 85 dB passou a ser considerado a partir daquela data, e não mais o de 90 dB, e passou-se a considerar o Limite de Tolerância de 80 dB até 05 de março de 1997, conforme estabelecia o Decreto nº 53.831 de 30 de março de 1964. Na tabela 4 está relacionada à evolução da legislação estabelecida no período de 1964 até 2003.

TABELA 4 - EVOLUÇÃO DA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA NO PERÍODO DE 1964 ATÉ 2003

| Legislação        | Período de Vigência | Limite de Tolerância do Ruído |
|-------------------|---------------------|-------------------------------|
| Decreto nº 53.831 | 30/03/64 a 16/09/68 | 80 dB                         |
| Decreto nº 63.230 | 17/09/63 a 09/09/73 | 80 dB                         |
| Decreto nº 72.771 | 10/09/73 a 28/01/79 | 90 dB                         |
| Decreto nº 83.080 | 29/01/79 a 08/12/91 | 90 dB                         |
| Decreto nº 357    | 09/12/91 a 21/07/92 | 80 e 90 dB                    |
| Decreto nº 611    | 22/07/92 a 05/03/97 | 80 e 90 dB                    |
| Decreto nº 2.172  | 06/03/97 a 06/05/99 | 90 dB                         |
| Decreto nº 3.048  | 07/05/99 a 18/11/03 | 90 dB                         |
| Decreto nº 4.882  | 19/11/2003          | 85 dB                         |

FONTE: O AUTOR

## 5.8 EQUIPAMENTOS PARA AVALIAÇÃO DO RUÍDO INDUSTRIAL

De acordo com a OSHA existem vários fatores que podem indicar que o ruído é um problema no local de trabalho, enquanto as pessoas reagirem de maneiras diferentes ao ruído. Portanto, as respostas subjetivas não devem ser ignoradas, porque elas podem alertar que o ruído presente na linha de produção pode estar em níveis não aceitáveis. Porém, de maneira objetiva o medidor de pressão sonora (MPS) é o equipamento básico para a verificação dos níveis sonoros, o qual deve ser utilizado para:

- Identificar e avaliar as fontes individuais de ruído, com o propósito de atenuar ou neutralizar a emissão sonora;

- Auxiliar e determinar a possibilidade da engenharia de controle atuar sobre as fontes sonoras individuais;
- Avaliar a necessidade da utilização de protetores auriculares;

As diretrizes estabelecidas pelas normas fornecem um procedimento para se obter o nível equivalente do nível sonoro emitido por uma máquina ou por um sistema de produção. Os procedimentos devem incluir uma compreensão e seleção de instrumentos apropriados, assim como definir o espaço a ser avaliado e selecionar posições apropriadas para a medição, e como coletar dados do nível sonoro incluindo o som do ambiente e as condições de operação das máquinas.

Geralmente, diversos tipos de instrumentos de medição sonora são utilizados para coletar dados do nível sonoro na área de uma máquina ou no sistema de produção da máquina. Estes instrumentos são portáteis, cujos detalhes são especificados a seguir.

Para se obter dados exatos do nível sonoro o instrumento apropriado deve ser selecionado para a aplicação específica de acordo com o desempenho e a precisão. De acordo com Goelzer *et al.* (2001), as especificações dos equipamentos de pressão sonora são fornecidas pela IEC 60651 e são classificados em quatro "tipos": 0, 1, 2 e 3.

Estas classificações se diferenciam pela precisão das medições. A precisão do instrumento se reduz conforme aumenta a classificação do tipo. Quanto mais preciso os equipamentos, maiores são os seus custos de fabricação. O padrão do IEC 60651 especifica as seguintes características para os medidores de pressão sonora:

- características direcionais.
- características em relação à frequência média.

- características de tempo médio do detector e do indicador.
- características de sensibilidade conforme determinados ambientes.

Os medidores de pressão sonora do ‘tipo - 0’ são utilizados como padrão de referência em laboratório, portanto com alta precisão. Os medidores de pressão sonora do ‘tipo 1’ são utilizados especialmente em laboratório, e para o uso em campo onde o ambiente acústico tem que ser altamente controlado dentro de um limite específico. Os medidores de pressão sonora do ‘tipo 2’ são apropriados para aplicações gerais de campo. Os medidores de pressão sonora do ‘tipo 3’ são especificados primeiramente para aplicações de avaliação de ruído do campo.

A resposta de frequência para todos os tipos é definida entre 10 Hz a 20.000 Hz com uma exatidão mais elevada em frequências entre 100 hertz a 8.000 hertz. Os medidores de pressão sonora do tipo 2 e do tipo 3 incluem geralmente somente o circuito de compensação A e circuito de resposta lenta (SLOW) e de resposta rápida (FAST). Os modelos com circuito de compensação A e C devem ser escolhidos, além de terem a capacidade de gravar os registros do nível de ruído, para uma análise posterior. Estes medidores são equipados geralmente com um campo piezoelétrico ou microfone de eletreto.

## 5.9 DOCUMENTOS OFICIAIS

### 5.9.1 Formulário: Atividades com Exposição a Agentes Agressivos - Aposentadoria Especial - modelo DSS-8030

O DSS-8030 é um documento oficial criado pelo Instituto Nacional do Seguro Social (INSS) vinculado ao Ministério da Previdência Social do Brasil, através de INSTRUÇÃO NORMATIVA INSS/DC Nº 42 - DE 22 DE JANEIRO DE 2001, daquela



autarquia<sup>3</sup>. Este documento tem a fundamentação legal nas seguintes legislações: Lei nº 8.212 de 24.07.91 e alterações posteriores e Lei nº 8.213 de 24.07.91 e alterações posteriores.

Este documento deve ser fornecido aos trabalhadores para fins de obtenção de Aposentadoria em Condições Especiais, por atividades em condições insalubres previstas nas Leis brasileiras, até a data de 31 de dezembro de 2003.

Além de que, devia ser emitido pelas empresas ou seu prepostos, com a comprovação do tempo de trabalho, a prova de exposição a agentes nocivos, prejudiciais à saúde ou à integridade física, com base em laudo técnico de condições ambientais da empresa, expedido por médico do trabalho ou engenheiro de segurança do trabalho, sendo obrigatórias, dentre outras, as seguintes informações:

- I - descrição do local onde as atividades foram realizados;
- II - descrição minuciosa das atividades executadas pelo trabalhador;
- III - agentes nocivos prejudiciais à saúde ou à integridade física a que o trabalhador estava exposto durante a jornada de trabalho;
- IV - se a exposição ao agente nocivo ocorria de modo habitual e permanente, não ocasional nem intermitente;
- V - assinatura e identificação do responsável pelo preenchimento do formulário;
- VI - Cadastro Geral de Contribuintes ou matrícula da empresa no INSS;
- VII - esclarecimento sobre alteração de razão social da empresa, no caso de sucessora;
- VIII - transcrição integral ou sintética da conclusão do laudo no qual se baseou a emissão do DSS-8030.

---

<sup>3</sup> Autarquia: Palavra derivada do grego autos-arkhé, com a significação de autonomia, independência, foi trazido para linguagem jurídica, notadamente do [Direito Administrativo](#), para designar toda organização que se gera pela vontade do Estado, mas a que se dá certa autonomia ou independência, organização esta que recebeu mais propriamente a denominação de autarquia administrativa." (Vocabulário Jurídico. 15. ed. Rio de Janeiro: Forense, 1999, pág. 100, apud Wikipédia)

De acordo com o artigo 13 desta Instrução Normativa do INSS, o laudo técnico de avaliação das condições ambientais da empresa era o documento primordial para a empresa emitir o formulário DSS - 8030. Além de que em seu artigo 18, na citação do grau de ruído, quando indicado nível de decibels variável, deveria ser solicitado esclarecimento sobre sua média devidamente assinado por médico ou engenheiro do trabalho, ressalvada a hipótese do menor nível informado ser superior a 90 dB.

Se a partir do laudo técnico constasse no DSS-8030 a informação de que o uso de equipamento de proteção individual ou coletivo eliminava ou neutralizava a presença do agente nocivo, não caberia o enquadramento da atividade como especial.

A Instrução Normativa que criou o DSS-8030 determina que caso as empresas não tenham Laudos de Avaliação Ambiental serão aplicadas penalidades previstas em Lei.

#### 5.9.2 Perfil Profissiográfico Previdenciário (PPP)

O Perfil Profissiográfico Previdenciário (PPP) é um documento oficial criado pelo Instituto Nacional do Seguro Social (INSS) vinculado ao Ministério da Previdência Social do Brasil, através de INSTRUÇÃO NORMATIVA/INSS/DC Nº 99 de 05 de dezembro de 2003, por aquela autarquia, em substituição ao documento DSS-8030 e outros anteriores à data de 31 de dezembro de 2003. Este documento tem a fundamentação Legal na legislação: Lei nº 8.212, de 24/07/1991; Lei nº 8.213 de 24/07/1991; Lei nº 10.741 de 1º/10/2003; Medida Provisória nº 138 de 19/11/2003; Decreto nº 3.048 de 6/05/1999; Decreto nº 4.827 de 3/09/2003; Decreto nº 4.882 de 18/11/2003; Portaria MPS nº 1.635 de 25/11/2003.

De acordo com o Ministério da Previdência Social do Brasil, este documento deve ser fornecido aos trabalhadores para fins de obtenção de Aposentadoria em Condições Especiais, por atividades em condições insalubres previstas nas Leis

brasileiras. É um formulário com campos a serem preenchidos com todas as informações relativas ao trabalhador, como por exemplo, a atividade que exerce, o agente nocivo ao qual é exposto, a intensidade e a concentração do agente, exames médicos clínicos, além de dados referentes à empresa.

O formulário deve ser preenchido pelas empresas que exercem atividades que exponham seus empregados a agentes nocivos químicos, físicos, biológicos ou associação de agentes prejudiciais à saúde ou à integridade física. Além disso, todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados conforme estabelecido no Programa de Prevenção de Riscos Ambientais e do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional, de acordo com Norma Regulamentadora nº 9 da Portaria nº 3.214/78 do MTE, também devem preencher o PPP.

O PPP deve ser preenchido para a comprovação da efetiva exposição dos empregados a agentes nocivos, para o conhecimento de todos os ambientes e para o controle da saúde ocupacional de todos os trabalhadores. Este documento passou a vigorar a partir 01 de janeiro de 2004.

A comprovação da efetiva exposição a agentes nocivos será feita mediante formulário próprio do INSS, o PPP, que será preenchido pela empresa ou seu preposto com base em Laudo Técnico de Condições Ambientais do Trabalho (LTCAT) expedido por médico do trabalho ou engenheiro de segurança do trabalho, para fins de comprovação da exposição a agentes nocivos prejudiciais à saúde ou à integridade física. A apresentação do LTCAT será exigida para os períodos de atividade exercida sob condições especiais apenas a partir de 14 de outubro de 1996, exceto no caso do agente nocivo ruído, que exige apresentação de laudo para todos os períodos declarados.

A empresa (ou equiparada à empresa) deverá elaborar PPP de forma individualizada para seus empregados, trabalhadores avulsos e cooperados expostos a agentes nocivos químicos, físicos, biológicos ou associação de agentes prejudiciais à saúde ou à integridade física, considerados para fins de concessão de

aposentadoria especial. A exigência da apresentação do LTCAT será dispensada a partir de 1º de janeiro de 2004, data da vigência do PPP, devendo, entretanto, permanecer na empresa à disposição da Previdência Social.

## 6 MÉTODO DA PESQUISA

A carência de estudos para avaliação da exposição humana ao ruído industrial laboral com uma abordagem abrangente, relacionando o impacto à saúde humana e os custos envolvidos, se constitui em um dos percalços para uma análise sistematizada do problema. Na revisão bibliográfica foram abordados os aspectos do ruído industrial, suas causas, seus efeitos nocivos e como atenuá-los na linha de produção, além da abordagem de conceitos fundamentais da propagação sonora em ambientes fechados, e das normas e equipamentos para avaliação do nível de ruído.

Para lograr os objetivos inicialmente propostos nesta pesquisa, isto é, estudar e demonstrar de que maneira o não controle do ruído ambiental industrial resultam em custos para o Estado e sociedade em geral, tomou-se por base processos para fins de requerimento de aposentadoria especial ajuizados na Vara Única Previdenciária de Curitiba Seção Judiciária do Estado Paraná. A partir disto, o presente trabalho foi dividido em 3 fases:

- Fase 1 - Levantamento da casuística a partir de dados constantes em processos da Justiça Federal da Vara Única Previdenciária de Curitiba, Seção Judiciária do Estado Paraná, em ações contra o Instituto Nacional de Previdência Social, para obtenção de aposentadoria especial em função da exposição ao Ruído Industrial Laboral;
- Fase 2 - Estudo de casos das empresas selecionadas na casuística desta pesquisa, a saber: quatro empresas aqui denominadas “ESTUDO DE CASO” 1, 2, 3 e 4, onde foram abordados três segmentos distintos de produção: automotivo, metal mecânico e alimentação. Avaliaram-se as fontes de ruído de cada uma das empresas e o cenário de suas instalações.

A elaboração do método para avaliação do ruído ocupacional na linha de produção deve ser objetiva e abrangente. No entanto, qualquer avaliação terá que

ser convenientemente preparada, adequada e ajustada aos objetivos perseguidos, de forma a obter-se a máxima eficácia aos requisitos estabelecidos em normas e legislações pré-estabelecidas. A avaliação da exposição do ruído ocupacional deverá ser uma atividade levada a cabo conjuntamente por trabalhadores, ou seus representantes, especialistas em Segurança e Saúde do Trabalho, peritos técnicos e decisores. Dentro deste contexto, a execução dos estudos de caso foi realizada levando em conta os parâmetros especificados nas normas e legislações que foram discriminadas e detalhadas anteriormente.

- Fase 3 - Comparação dos dados referente ao ruído ambiental das empresas constantes nos laudos depositados naqueles processos com os levantamentos realizados *in loco* nas empresas. A avaliação do nível de ruído foi realizada com base no limite de tolerância estabelecido pela Norma Regulamentadora 15 (NR-15) do Ministério do Trabalho do Emprego, que rege a segurança e medicina do trabalho no Brasil, para uma jornada laboral de 8 horas diárias. Apresenta o ambiente, analisa e descreve o método e os equipamentos utilizados para o desenvolvimento do trabalho.

## 6.1 CASUÍSTICA

### 6.1.1 A Cidade Industrial de Curitiba – CIC

As empresas que se constituíram objeto de estudo neste trabalho estão alocadas na Cidade Industrial de Curitiba (CIC).

De acordo com os dados institucionais Curitiba S.A.<sup>2</sup> disponível na rede mundial de computador (<http://www.curitibasa.com.br/principal.htm>), a Cidade Industrial de Curitiba está localizada na região oeste de Curitiba, a 10 km do centro da cidade. Com uma área de 43,7 milhões de metros quadrados corresponde a 10%

---

<sup>2</sup> A Companhia de Desenvolvimento de Curitiba - CURITIBA S.A. é uma empresa de economia mista – órgão da administração indireta do Município, responsável pelo desenvolvimento econômico da Capital.

da extensão territorial total da cidade. Seu projeto inicial teve início em 1966, no I Seminário de Desenvolvimento Industrial de Curitiba. O local foi fixado como ideal para abrigar o núcleo industrial. Porém, por falta de investimento em infra-estrutura e trabalho de *marketing*, o projeto foi esquecido. Em 1971 o projeto foi lembrado, quando o então prefeito Jaime Lerner determinou que os estudos da Cidade Industrial fossem retomados pelo Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC). Em 29 de janeiro de 1973, por meio de decreto municipal foi detalhado o limite da área para fins de desapropriação, declarando toda sua extensão como utilidade pública. No total, cerca de 27,6 milhões de metros quadrados foram desapropriados, aproximadamente 63% da área total da CIC.

As primeiras empresas que acreditaram e se instalaram na CIC foram a New Holland, do ramo de implementos agrícolas, a Plastipar, do ramo de plásticos e a Siemens, do ramo de telecomunicações. O período mais intenso de industrialização foi na década de 90, quando cerca de 60% das empresas iniciaram suas atividades. O município de Curitiba ofereceu às empresas incentivos fiscais, isenção de impostos, demarcação de áreas e serviços de terraplanagem.

O extinto Banco de Desenvolvimento Econômico do Paraná (BADEP), o IPPUC e a Urbanização de Curitiba S/A (URBS) também ajudaram a ressaltar a imagem da CIC.

Em 2001, 86% das empresas abertas na CIC eram de pequeno e médio porte. Neste contexto, o projeto da CIC atendeu ao planejamento global da cidade, às aspirações do Estado do Paraná em relação ao processo de industrialização e às diretrizes do país sobre a descentralização das atividades industriais. De acordo com a Companhia de Desenvolvimento S.A. (2007), órgão ligado a Prefeitura Municipal, estão instaladas na CIC 1207 indústrias. O conjunto de empresas, muitas delas pertencentes a grupos multinacionais, gera cerca de 50 mil empregos diretos e 150 mil indiretos. Este fato a coloca em posição de um dos mais importantes pólos industriais do Brasil.

Em seguida descreveremos as quatro empresas selecionadas como estudo de caso desta pesquisa, pois todas fazem parte dos processos para fins de obtenção de aposentadoria especial na Justiça Federal Vara Única Previdenciária de Curitiba, Seção Judiciária do Estado Paraná.

### **Caso 1 - Setor de auto peças**

De acordo com os dados institucionais disponíveis na rede mundial de computadores, a indústria que se configura nesta pesquisa como Caso 1 está no Brasil desde 1954, é a principal integrante do grupo na América Latina e oferece produtos e sistemas para todos os fabricantes de veículos instalados no País. Líder no mercado nacional de reposição automotiva, a empresa oferece uma abrangente linha de produtos para uma vasta rede de serviços autorizados. Ela é líder mundial no fornecimento de tecnologia e serviços. Em 2007, obteve um faturamento mundial de 46,3 bilhões de euros nos setores de tecnologia automotiva, tecnologia industrial, bens de consumo e tecnologia de construção. O Grupo é composto pela Matriz e mais de 300 subsidiárias e empresas regionais presentes em cerca de 50 países. Em 2007 investiu 3 bilhões de euros em pesquisa e desenvolvimento, o que resultou em mais de 3.000 patentes em todo o mundo. A empresa foi fundada em Stuttgart, em 1886, como Oficina de Mecânica Fina e Eletrotécnica. A unidade de Curitiba foi construída em 1978 e ocupa uma área de 590 mil metros quadrados. Esta unidade emprega aproximadamente 4.700 colaboradores. De acordo com a Norma Regulamentadora nº 4, quadro I, da Portaria nº 3.214 de 08 de junho de 1978 tem a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) sob o código 34.41-0 – Fabricação de peças e acessórios para sistemas de motor, grau de risco 3.

### **Caso 2 - Setor de implementos agrícolas**

De acordo com os dados institucionais disponíveis na rede mundial de computadores, esta indústria é líder mundial em equipamentos agrícolas, além de ser um dos maiores e mais respeitados fabricantes de equipamentos agrícolas. Produz uma ampla e completa linha de tratores de pequena, média e grande



potência, além de colheitadeiras de grãos e implementos. A cada cinco tratores vendidos no mundo, um é fabricado em suas instalações. Suas colheitadeiras são referências em tecnologia, eficiência e produtividade, em função do investimento constante da empresa em novos produtos destinados a todos os segmentos de atividades agrícolas, e por estas razões são as mais vendidas na América Latina. Ela está presente em todos os continentes, com uma rede de mais de 5 mil concessionários, com uma eficiente estrutura de pós-vendas para garantir a alta qualidade, tecnologia e segurança para sua marca em nível mundial. Na CIC está instalada a fábrica e o centro de pesquisa de desenvolvimento de tratores e colheitadeiras de grãos, com cerca de 1.600 colaboradores. De acordo com a Norma Regulamentadora nº 4, quadro I, da Portaria nº 3.214 de 08 de junho de 1978 tem a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) sob o código 29.31-9 – Fabricação de máquinas e equipamentos para agricultura, avicultura e obtenção de produtos animais, grau de risco 3.

### **Caso 3 - Setor de alimentação**

De acordo com os dados institucionais disponíveis na rede mundial de computadores, está é uma empresa nacional criada na década de 60 do século passado. Pertence a um grupo empresarial com presença e atuação no segmento alimentício brasileiro e de agro-negócio. Com sua experiência e tecnologia desenvolve e produz cafés, biscoitos e chocolates. Tem um portfólio com dezenas de produtos direcionados a públicos de diferentes perfis. Possui uma extensa linha de produtos que marcam presença em milhares de pontos de venda. Na CIC está instalada a fábrica de biscoitos, com cerca de 320 colaboradores. De acordo com a Norma Regulamentadora nº 4, quadro I, da Portaria nº 3.214 de 08 de junho de 1978, tem a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) sob o código 15.82-2 – Fabricação de biscoitos e bolachas, grau de risco 3.

### **Caso 4 - Setor de estruturas metálicas**

De acordo com os dados institucionais disponíveis na rede mundial de computadores, esta indústria produz torres e postes metálicos para

telecomunicação, iluminação e transmissão de energia. Está estabelecida na CIC, em uma área de 60.000 metros quadrados. Iniciou suas atividades em 1976, em Itajaí – Santa Catarina, com especialistas da “Sectional Poles” da África do Sul que trouxeram para o Brasil a tecnologia de encaixe telescópico tipo “Slip Joint”, dominando o mercado brasileiro de iluminação. Em 1986, um grupo de engenheiros, pesquisadores e investidores oriundos de empresas das áreas de aeronáutica e telecomunicações adquiriram a tecnologia “slip joint” transferindo a fábrica para Curitiba – PR. É reconhecida por sua tradição de inovação tecnológica com diversas patentes de invenções depositadas no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI<sup>5</sup>) e reconhecidas internacionalmente. Possui uma patente ímpar para torres e postes metálicos tronco-cônicos, associado a um desenvolvimento através de aplicativos de programas de software otimizado, que permite não só desenvolver solução para cada estrutura, como também desenhá-la em tempo real. As estruturas metálicas são também otimizadas através da utilização de processos de alta resistência mecânica e à corrosão, além da proteção extra da galvanização a fogo. Na CIC está instalada a fábrica de produção mecânica para estruturas metálicas que tem cerca de 80 colaboradores. De acordo com a Norma Regulamentadora nº 4, quadro I, da Portaria nº 3.214 de 08 de junho de 1978 tem a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) sob o código 28.11 - 8 – Fabricação de estruturas metálicas para edifícios, pontes e torres de transmissão, grau de risco 3.

## 6.2 MATERIAL E MÉTODO

Para a execução da fase 1 verificou-se quais as medidas adotadas pelas quatro empresas para o controle e avaliação do ruído industrial, na linha de produção, especificados pela NR-9, NR-15, NHO 01 e também por normas internacionais, como a OSHA. Para atingir os objetivos desta pesquisa procedemos à análise de dados das quatro empresas já descritas. Inicialmente, estudou-se o

---

<sup>5</sup> O Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI é uma autarquia federal vinculada ao [Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior](#), responsável por registros de marcas, concessão de patentes, averbação de contratos de transferência de tecnologia e de franquia empresarial, e por registros de programas de computador, desenho industrial e indicações geográficas, de acordo com a Lei da Propriedade Industrial (Lei n.º 9.279/96) e a Lei de Software (Lei nº 9.609/98).

cenário acústico das empresas avaliadas, em processos de ações judiciais contra o Instituto Nacional de Previdência Social do Brasil ajuizadas por trabalhadores, para fins de obtenção do benefício previdenciário, mais precisamente aposentadoria especial por insalubridade à exposição ao agente físico ruído. Nestes processos as empresas avaliadas em cada um dos estudos de caso são participantes dos processos por ser o local onde os indivíduos laboraram ou que ainda laboram, e este pesquisador foi nomeado no processo como Perito Judicial, para avaliar as condições de labor e as atividades executadas pelo requerente nas respectivas empresas.

Para a execução da fase 2, em seguida foram realizadas medições acústicas *in loco* em diversos pontos da linha de produção nas empresas avaliadas. Os dados obtidos na pesquisa exploratória foram comparados com as medições realizadas pelas empresas e registradas em seus Laudos de Avaliação Ambiental, em cumprimento ao disposto e especificado na NR-9 e NR-15 e nos documentos, DSS8030 e PPP disponibilizados nos respectivos processos. Conforme explicado anteriormente, a pesquisa foi dividida em estudos de caso, para facilitar o desenvolvimento e entendimento dos resultados das avaliações e medições realizadas, os quais serão analisados a seguir. As análises foram realizadas com base nos documentos DSS8030 ou PPP. Estes documentos devem ser emitidos pelas empresas com todas as informações relativas ao colaborador, como por exemplo, as atividades que executa, o agente nocivo ao qual está exposto, a intensidade e a concentração do agente, além de dados referentes à empresa. De acordo com o Ministério da Previdência Social (MPS), estes documentos devem ser preenchidos pelas empresas que exercem atividades que exponham seus colaboradores a agentes nocivos químicos, físicos, biológicos ou associação de agentes prejudiciais à saúde ou à integridade física. Além disso, todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados são obrigados a elaborar e implementar o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais e o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional, de acordo com as Normas Regulamentadoras nº 7 e nº 9 da Portaria nº 3.214/78 do Ministério do Trabalho e Emprego - MTE, visando a preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e conseqüente

controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais. Todos os documentos citados fazem parte da análise processual para a produção de prova pericial para a comprovação das condições ambientais de trabalho de um requerente do benefício previdenciário.

Para a coleta de dados acústicos, utilizou-se o medidor do nível de pressão integrador MINIPA, modelo MSL-1352C / DIGITAL, nº de série MSL13500077, com grau de incerteza de medição de  $\pm 0,5$  dB, com microfone de campo livre  $\frac{1}{2}$ ", Tipo 4188 e com resposta de frequência entre a faixa de 31,5 Hz a 8.000 Hz, figura 14. Este medidor é classificado como do tipo 2, conforme discriminado no capítulo 4.8, e foi calibrado pelo equipamento CALIBRADOR EMISSOR DE SINAL marca QUEST, nº de Identificação BX-CA-01 e nº de série QE304012, com certificado de calibração nº 5307/04, do tipo 1.

O foco dos levantamentos do ruído ambiental desta pesquisa é medir o nível equivalente de ruído contínuo (LAeq) nos ambientes laborais estudados em cada um dos casos, e conseqüentemente avaliar se o nível de ruído encontrado está abaixo ou acima do Limite de Tolerância especificado pela NR-15, isto é, de 85 dB(A) para o ruído contínuo ou intermitente, para uma jornada de 8 horas diárias. Portanto, não há a necessidade de se verificar o espectro das frequências dos ruídos medidos, haja vista que o medidor de pressão sonora do tipo 2 utilizado para medição do ruído ambiental opera na faixa de frequência de 10 Hz a 20.000 Hz. A verificação da faixa de frequência do ruído é imprescindível quando é necessário especificar o tipo, o modelo e a marca do protetor auricular a ser usado no ambiente laboral e para verificar se o ruído laboral é o nexo causal de perdas auditivas de trabalhadores em determinadas faixas de frequências, para auxiliar na avaliação médica.



Figura 14 - Medidor do nível de pressão sonora MINIPA, modelo MSL-1352C / DIGITAL.  
FONTE: O Autor.

Nas atividades laborais executadas pelos trabalhadores, as quais foram avaliadas nesta pesquisa não havia a presença do ruído de impacto. Portanto, a avaliação ambiental desta pesquisa se atém ao ruído contínuo e intermitente, levando em conta o limite de tolerância especificado pela NR-15, para uma jornada de 8 horas.

Todos os parâmetros utilizados para a coleta e análise dos dados obtidos estão descritos no capítulo 4.

Para a execução da fase 3 desta pesquisa realizou-se uma análise qualitativa, onde comparou-se os resultados obtidos nos processos junto ao INSS com as medições e avaliações realizadas *in loco*.

Passaremos no próximo capítulo, a apresentar os resultados e discussões da pesquisa, bem como discutir os achados à luz da legislação vigente.

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são avaliados os laudos ambientais e documentos das empresas analisadas, os quais estão depositados nos processos judiciais na Justiça Federal do Paraná (JFPR). Em seguida são apresentadas as medições *in loco* dos níveis equivalentes de ruído contínuo em cada uma das funções dos trabalhadores. Os trabalhadores que ajuizaram processos contra o INSS serão denominados aqui como Requerentes. Isto tem a finalidade de garantir a confidencialidade dos mesmos, embora os processos aqui estudados sejam de domínio público.

Verificados os documentos da empresa com as avaliações do ruído ambiental, passou-se ao levantamento dos locais apontados pelos Requerentes onde eram exercidas suas atividades laborais. Os locais designados foram corroborados pelo departamento de Segurança do trabalho da Empresa, para o levantamento pericial das medidas acústicas.

Os dados coletados foram os seguintes: medidas acústicas (Nível equivalente Contínuo do ruído - LAeq), dados das instalações (altura do pé direito, tipo de ventilação, piso, área e equipamentos instalados) e as atividades executadas pelo Requerente levando em conta o posicionamento e deslocamento do trabalhador nos postos de trabalho. O objetivo desta coleta foi para levantamento minucioso do local do trabalho dos Requerentes (CORRÊA, 1998).

Após a seleção dos setores representativos de labor, a partir das informações dos locais e das atividades executadas pelos Requerentes, levou-se em conta o parâmetro 1, especificado pela OSHA e discriminado no capítulo 4, isto é, respeitando o modo de operação dos equipamentos pelos Requerentes nas respectivas funções, assim como os movimentos e deslocamentos ao redor das atividades executadas.

As medições apuradas foram realizadas com o equipamento de medição operando no circuito de compensação “A” e circuito de resposta lenta (SLOW) e

leituras próximas ao ouvido do trabalhador. Este equipamento é do tipo 2 e atende aos padrões IEC651 (International Electrotechnical Commission) e do ANSI S1.4 (American Standards Institute).

As medições acústicas foram realizadas durante a jornada normal de trabalho com todas as máquinas, equipamentos e processos fabris em funcionamento. Em cada um dos postos de trabalho avaliados levou-se em conta a tarefa executada, conforme descritas pelos Requerentes.

Ao microfone do medidor foi acoplado um protetor de vento do mesmo fabricante, para minimizar as possíveis interferências causadas pelo vento e pela ventilação forçada. O medidor foi ajustado para medição na faixa de 30 a 130 dB(A).

## 7.1 RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO 1

A empresa do setor de auto peças tem cerca de 4.700 funcionários. Em função disso cumpre o estabelecido na Norma Regulamentadora - Nº 4 (NR-4) SERVIÇOS ESPECIALIZADOS EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA EM MEDICINA DO TRABALHO (SESMT), QUADRO II da Portaria nº 3.214 de 08 de junho de 1978, que estabelece o dimensionamento dos Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho vinculado à gradação de risco da atividade e ao número de funcionários, conforme a tabela 5:

TABELA 5 - DIMENSIONAMENTO DO SESMT DA EMPRESA DO CASO 1

| TABELA DE DIMENSIONAMENTO DO CLOM - EXEMPLO DE CASO |  |          |           |   |            |             |             |             |
|---|--|----------|-----------|---|------------|-------------|-------------|-------------|
| Grau de Risco                                       | Nº de Empregados   | 50 a 100 | 101 a 250 | 251 a 500   | 501 a 1000 | 1001 a 2000 | 2001 a 3500 | 3501 a 5000 |
|   | Técnicos   |          |           |   |            |             |             |             |
| 3   | Técnico Seg.Trabalho   |          |           |   |            |             |             | 8           |
|   | Engenheiro Seg. Trabalho   |          |           |   |            |             |             | 3           |
|   | Aux.Enfermagem no Trabalho   |          |           |   |            |             |             | 1           |
|   | Enfermeiro do Trabalho   |          |           |   |            |             |             | 1           |
|   | Médico do Trabalho   |          |           |   |            |             |             | 2           |
| (*)-  | Tempo parcial (mínimo de três horas)   |          |           | OBS.: Hospitais, Ambulatórios, Maternidades, Casas de Saúde e repouso, Clínicas e estabelecimento similares com mais de 500 (quinhentos ) empregados deverão contratar um Enfermeiro do trabalho em tempo integral. |            |             |             |             |
| (**)-   | O dimensionamento total deverá ser feito levando-se em consideração o dimensionamento da faixa de 3.501 a 5.000 mais o dimensionamento do(s) grupo(s) de 4.000 ou fração de 2.000. |          |           |   |            |             |             |             |

FONTE: NR-4, QUADRO II SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO (2007)

Conforme composição da tabela 5, dentro do SESMT, o departamento de Engenharia e Segurança do Trabalho da empresa, formado por engenheiros e técnicos de segurança do trabalho, é responsável pelo levantamento e avaliação ambiental laboral, previsto na NR-9, para preservar a saúde e a integridade dos trabalhadores. Isto é feito através do PPRA, disposto naquela Norma, o qual é elaborado com a participação dos funcionários e com uma abrangência em função dos riscos e das necessidades de controle ambiental.

Em face ao tamanho da empresa do Caso 1, foram avaliados 8 processos cujos registros na JFPR são: AUTOS<sup>6</sup> nº 2002.70.00.012771-0, AUTOS nº 2003.70.00.058064-0, AUTOS nº 2005.70.00.019826-2, AUTOS nº 2006.70.00.029347-0, AUTOS nº 2005.70.00.017355-1, AUTOS nº 2007.70.00.022961-9, AUTOS nº 2006.70.00.030715-8 e AUTOS nº 2007.70.00.026052-3.

A partir da verificação dos laudos de avaliação do ruído ambiental e do PPRA da empresa obtidos na pesquisa pericial e dos documentos DSS8030 e PPP dos Requerentes, anexados nos processos, passou-se à análise do conteúdo desses documentos com base nos parâmetros especificados pelas Normas NR-9, NHO 01 e OSHA. Além disso, foi realizado o levantamento *in loco* das condições ambientais e operacionais nas funções dos Requerentes na empresa.

1. A empresa periodicamente planeja, estabelece metas, prioridades, e cronogramas para tomadas de decisões e medidas de segurança laborativas no controle do ruído ambiental na linha de produção, baseada no acompanhamento da evolução da produção;
2. Possui atualmente uma forma de registros de dados para manutenção, divulgação de ações e do controle da segurança ambiental através de um programa de software de gestão integrada, ativado em 2007, que possibilita garantir a antecipação e prioridades do controle técnico e administrativo da saúde ocupacional em todo seu parque produtivo. Com

---

<sup>6</sup> Autos: Conjunto ordenado das peças de um processo (Dicionário Aurélio Básico da Língua Portuguesa. Editora Nova Frontera S.A., 1998).



esse processo amplia a monitoração dos riscos, levando em conta a caracterização das atividades e o tipo de exposição, além de manter os registros disponíveis aos trabalhadores interessados e às autoridades competentes;

3. Em desacordo aos parâmetros especificados pelas Normas NR-15, NHO 01 e OSHA, os Laudos Técnicos de Avaliação Ambiental da empresa de 1994 a 2006 não têm as avaliações da exposição ao ruído ambiental nas funções dos trabalhadores, mas sim a avaliação do ruído das fontes geradoras. Além disso, não há registros da avaliação levando em conta a jornada de trabalho para as funções dos trabalhadores;
4. Em desacordo aos parâmetros especificados pelas Normas NR-15, NHO 01 e OSHA discriminadas no capítulo 4, nos Laudos Técnicos de Avaliação Ambiental da empresa de 1994 a 2006 não está registrado a dose de ruído a que estão expostos os trabalhadores durante a jornada de trabalho;
5. A empresa realiza as medidas de controle do ruído na fonte realizando a adequada manutenção preventiva e corretiva, tais como a lubrificação e confinamento de equipamentos quando possível. Em determinadas áreas de ruídos excessivos há a restrição de entrada de pessoal não autorizado no ambiente laboral;
6. A empresa fornece, treina, obriga e fiscaliza a utilização dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI), como protetores auriculares;
7. Nos documentos DSS8030 e PPP disponibilizados aos Requerentes não há referência se o valor do ruído registrado nesses documentos é o nível de ruído equivalente contínuo para uma jornada de trabalho, isto é, não há referência ao período em que ocorreu a real exposição ao agente físico ruído;

8. Nos documentos DSS8030 e PPP disponibilizados aos Requerentes não há o registro da dose de exposição ao ruído a que estavam expostos na jornada de 8 horas de trabalho, como é especificado pela NR-15 em seu Anexo 1;
9. Nos documentos DSS8030 e PPP, fornecidos aos Requerentes, não há uniformidade nos dados apresentados com relação ao ruído. São registrados de diversas formas, não permitindo uma percepção real da exposição ao agente físico ruído, conforme especificado no art. 18 da Instrução Normativa nº 42 do INSS. Não há nenhuma menção do tipo de ruído a que o Requerente estava exposto, isto é se era contínuo ou intermitente, por exemplo. Além de que, em alguns dos documentos não está registrado a unidade do nível de ruído. As informações registradas nesses documentos estão transcritas literalmente conforme a tabela 6.
10. O responsável técnico pela avaliação do ruído ambiental e emissão do Laudo Ambiental da empresa do caso 1 até 2006 é o Engenheiro de Segurança do Trabalho, que não pertencia ao quadro funcional da empresa.

TABELA 6 - VALORES DO NÍVEL DE PRESSÃO SONORA, CONFORME REGISTRADO NOS DOCUMENTOS DSS8030 E PPP DISPONIBILIZADOS AOS REQUERENTES DO CASO 1

| <b>Autos</b>        | <b>Registro do Nível de Ruído</b>      | <b>Documento</b> |
|---------------------|--|------------------|
| 2002.70.00.012771-0 | Ruído superior a 80 dB(A)              | DSS8030          |
| 2003.70.00.058064-0 | Ruído médio de 80,1 dB(A)              | DSS8030          |
| 2005.70.00.019826-2 | Ruído de 95,3 dB(A)                    | DSS8030          |
| 2005.70.00.017355-1 | Ruído de 88,7 dB(A)                    | DSS8030          |
| 2006.70.00.029347-0 | Ruído superior a 80 dB(A)              | DSS8030          |
| 2007.70.00.030715-8 | Ruído médio de 88,1 e 84,6 dB(A)       | DSS8030          |
| 2007.70.00.022961-9 | Ruído médio de 91,6; 87,3 e 83,8 dB(A) | DSS8030          |
| 2007.70.00.026052-3 | Ruído 92,6; 91,0; 87,5; 84,0 e 84,3    | PPP              |

FONTE: O AUTOR

Embora o nome das funções de alguns dos Requerentes serem as mesmas, os locais, atividades e processo de trabalho realizados são diferentes. Inclusive a

concentração de máquinas é diferente. Esta é razão pela qual na mesma função foram obtidos valores distintos na avaliação do ruído ambiental.

#### A- REQUERENTE 1

Avaliação da exposição ao ruído do Requerente 1 dos Autos nº 2002.70.00.012771-0, na função de Operador de Produção.

Na seqüência das figuras 15 a 18 abaixo, temos os gráficos com os valores integrados do nível sonoro equivalente LAeq obtidos a partir da submissão dos dados das medições coletados ao aplicativo de *software TESTLINK – SE322*. Cada uma das amostras tem o tempo de duração de 1 minuto. Os Tempos das amostras são representativos em função de que a característica do ruído nos ambientes laborais se classificam como ruído contínuo e intermitente, conforme definido pela NHO 01, isto é, nos ambientes avaliados não tem o ruído de impacto e impulsivo.

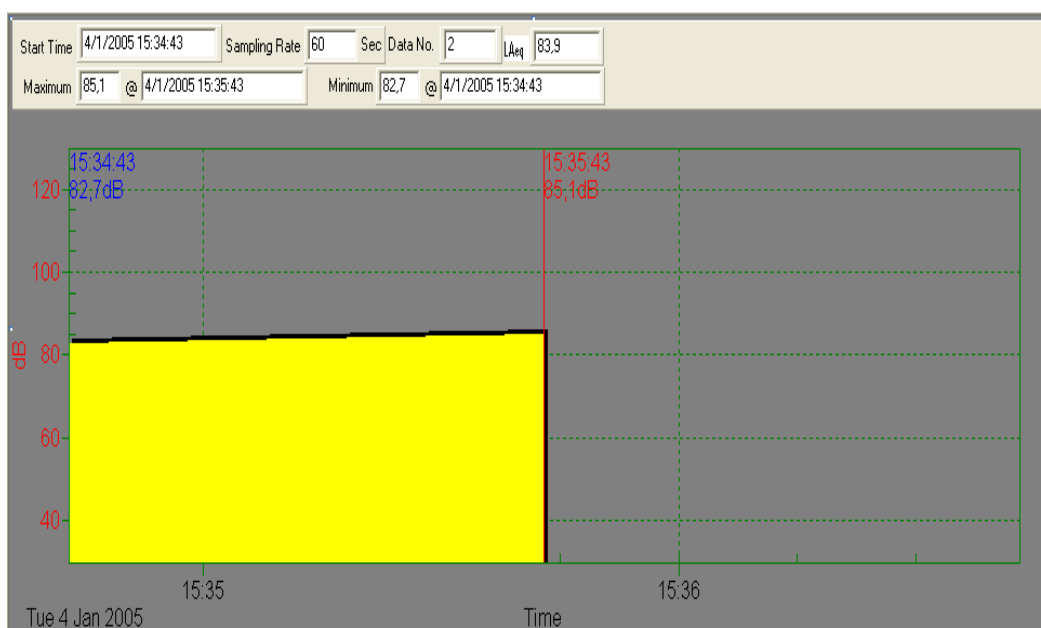


Figura 15 - LAeq obtido na atividade com furadeira, Requerente 1.

FONTE: O Autor.

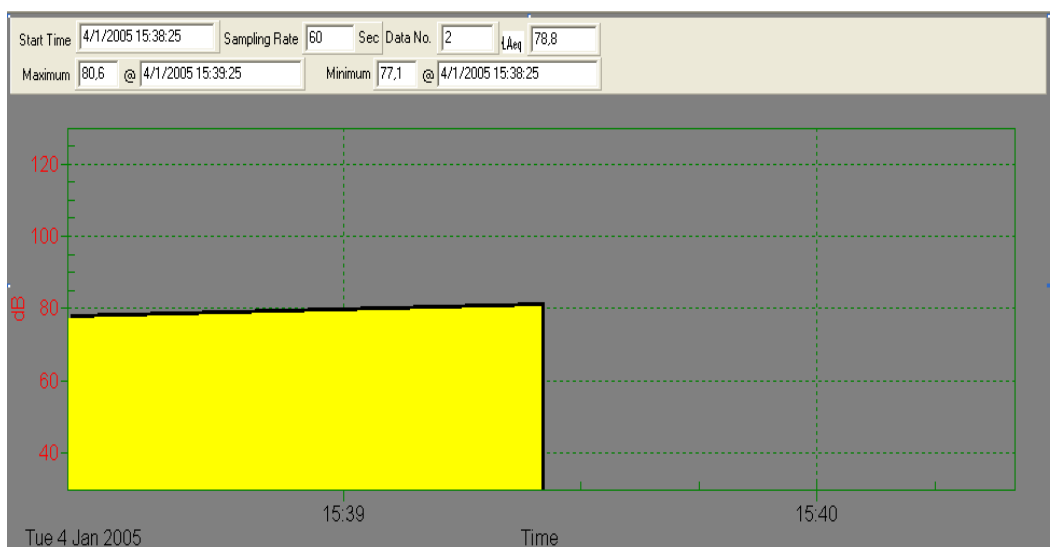


Figura16 - LAeq obtido na atividade com torno mecânico, Requerente 1.  
FONTE: O Autor.

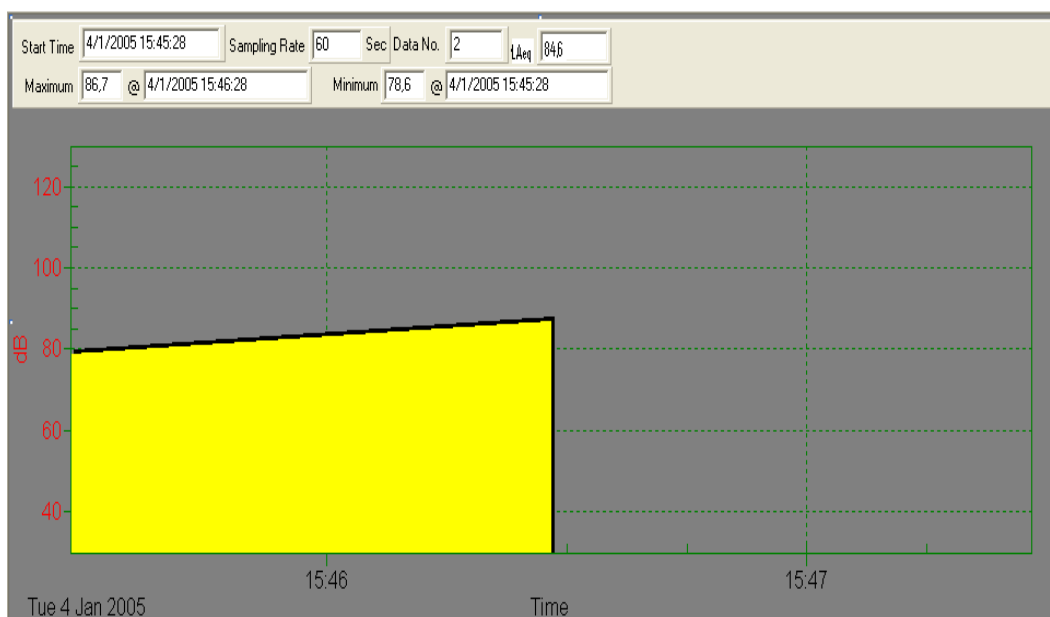


Figura 17 - LAeq obtido na atividade com fresa, Requerente 1.  
FONTE: O Autor.

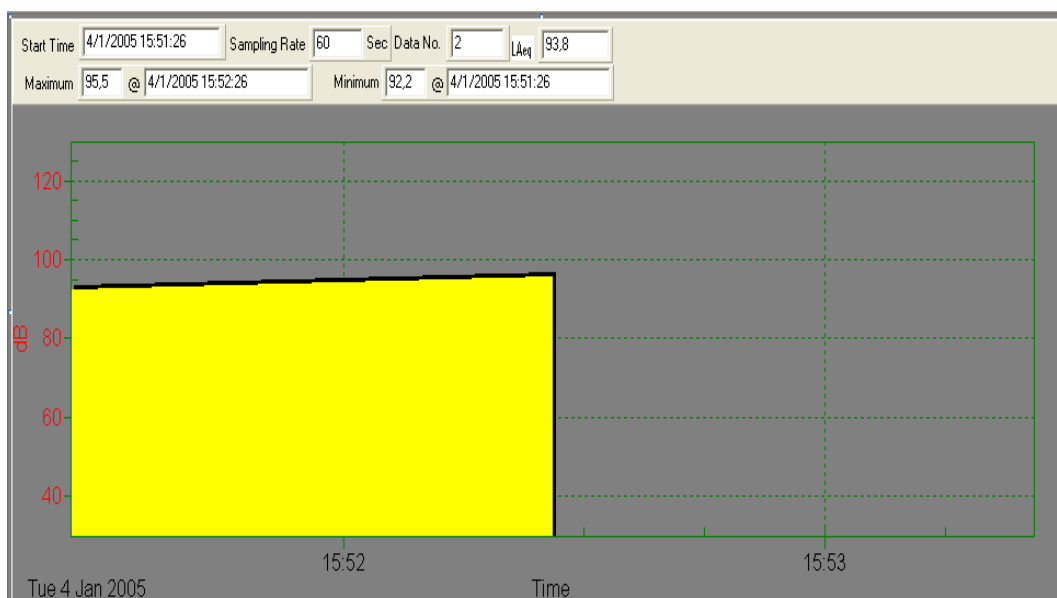


Figura 18 - LAeq obtido na atividade de limpeza de peças com ar comprimido, Requerente 1.  
FONTE: O Autor.

No ambiente e nas atividades de trabalho do Requerente 1, na função de Operador de Produção, dos Autos nº 2002.70.00.012771-0, não ficou caracterizada a insalubridade pelo agente físico ruído, uma vez que os índices de ruído medidos estão abaixo do Limite de Tolerância, 85 dB(A) para uma jornada de 8 horas de acordo com o especificado pela NR-15, ANEXO 1 LIMITE DE TOLERÂNCIA PARA RUÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE, conforme tabela 7:

TABELA 7 - AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), PARA UMA JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS, REQUERENTE 1 DO CASO 1

|                           | Função: Operador de Produção |                   |                   |                          |
|---------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
|                           | Atividades                   |                   |                   |                          |
|                           | C/ Furadeira                 | C/ Fresa          | C/ Torno          | Limpeza de peças         |
| <b>Intensidade</b>        | 82,5 a 85,0 dB(A)            | 77,0 a 80,5 dB(A) | 78,4 a 87,0 dB(A) | 92,0 a 95,0 dB(A)        |
| <b>LAeq</b>               | 83,8 dB(A)                   | 78,4 dB(A)        | 84,6 dB(A)        | 93,8 dB(A)               |
| <b>Dose</b>               | 0,85                         | 0,41              | 0,95              | 0,14                     |
| <b>Tempo de Exposição</b> | 8h                           | 8h                | 8h                | 10 min<br>2 vezes ao dia |

FONTE: O AUTOR

Em função de jurisprudência estabeleceu-se que até 05 de março de 1997 o Limite de Tolerância para o agente físico ruído contínuo ou intermitente é de 80

dB(A), para uma jornada de 8 horas, não levando em conta ao estabelecido na NR-15, Anexo 1.

Conforme especificado pela norma da OSHA e discriminados no capítulo 4, todos os valores dos níveis de ruído inferiores ao Limite de Tolerância não deverão ser considerados no cálculo da dose. A NHO 01 estabelece que a exposições a níveis inferiores a 80 dB(A) não serão considerados no cálculo da dose.

Levando-se em conta os parâmetros especificados nessas normas, verifica-se que nas atividades executadas pelo Requerente 1 em sua função, somente na limpeza de peças com ar comprimido o nível de ruído é superior ao limite de tolerância de 85 dB(A). Porém, tendo como base este limite de tolerância, o valor da dose é muito menor que a unidade, como se pode notar na tabela 7, em função do tempo de exposição àquele nível de ruído ser 10 minutos. O valor calculado da dose de exposição é 0,14 para aquele período.

Para o nível de ruído de 93,8 dB(A), se aplicarmos a equação 23 apresentada no capítulo 5, especificada pela OSHA e adequada ao Limite de Tolerância de 85 dB(A) estabelecido na NR-15, para uma jornada de 8 horas, obtemos o tempo de duas horas e vinte e um minutos no qual o Requerente 1 poderia trabalhar exposto àquele nível de ruído, conforme demonstrado abaixo:

$$\text{tempo permitido} = \frac{480}{2^{0,2(L_A-90)}}$$

$$\text{tempo permitido} = \frac{480}{2^{0,2(L_A-85)}} \qquad \text{tempo permitido} = \frac{480}{2^{0,2(93,8-85)}}$$

$$\text{tempo permitido} = \frac{480}{2^{1,76}} \qquad \text{tempo permitido} = 2h21 \text{ min}$$

Comparando-se os resultados das medições *in loco* apresentados na tabela 7 com o apresentado na tabela 6, para este Requerente, verifica-se que há

incompatibilidade. O que permite inferir que no processo do Requerente 1, os documentos apresentados pela empresa no Caso 1, em situação que visa benefício por insalubridade não estão corretamente instruídos, o que pode gerar ônus indevido para o Estado.

## B- REQUERENTE 2

Avaliação da exposição ao ruído nas atividades do Requerente 2, dos Autos nº 2003.70.00.058064-0, na função de Almoxarife:

Na seqüência das figuras 19 a 22, temos os gráficos com os valores integrados do nível sonoro equivalente LAeq obtidos a partir da submissão dos dados das medições coletados ao aplicativo de *software TESTLINK – SE322*. Cada uma das amostras tem o tempo de duração de 1 minuto. Os tempos das amostras são representativos em função de que a característica do ruído nos ambientes laborais se classifica como ruído contínuo e intermitente, conforme definido pela NHO 01, isto é, nos ambientes avaliados não tem o ruído de impacto e impulsivo.

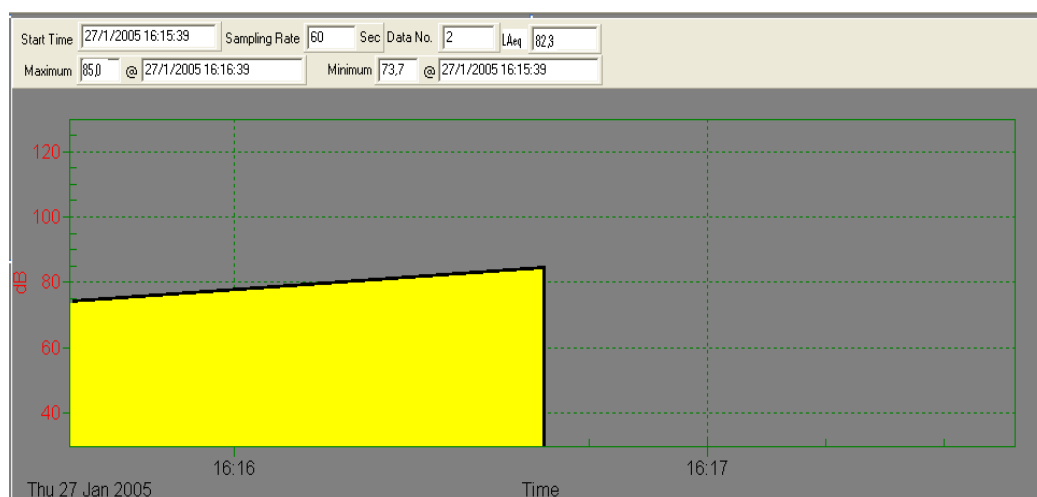


Figura 19 - LAeq obtido na atividade de transporte de peças, Requerente 2.

FONTE: O Autor.

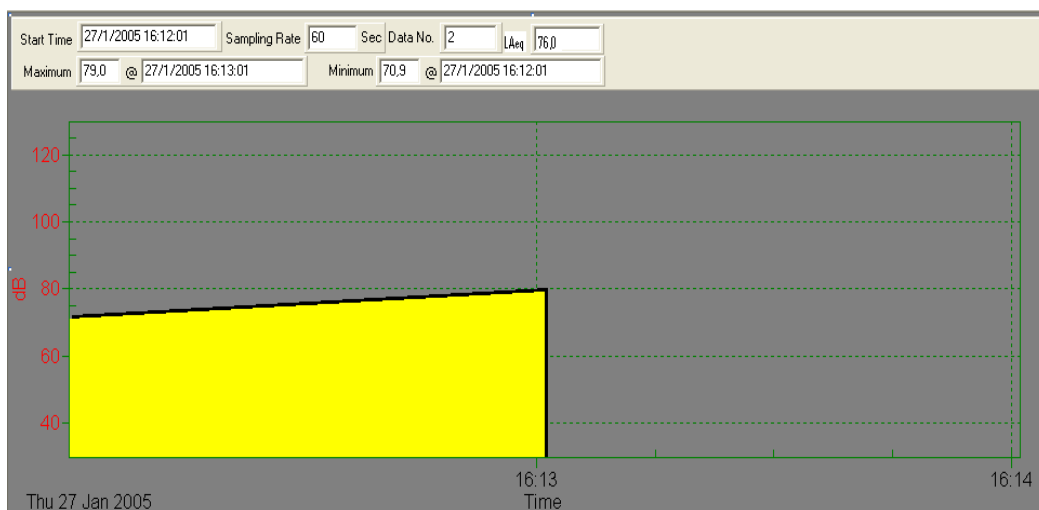


Figura 20 - LAeq obtido nas atividades entre as prateleiras do almoxarifado, Requerente 2.  
 FONTE: O Autor.

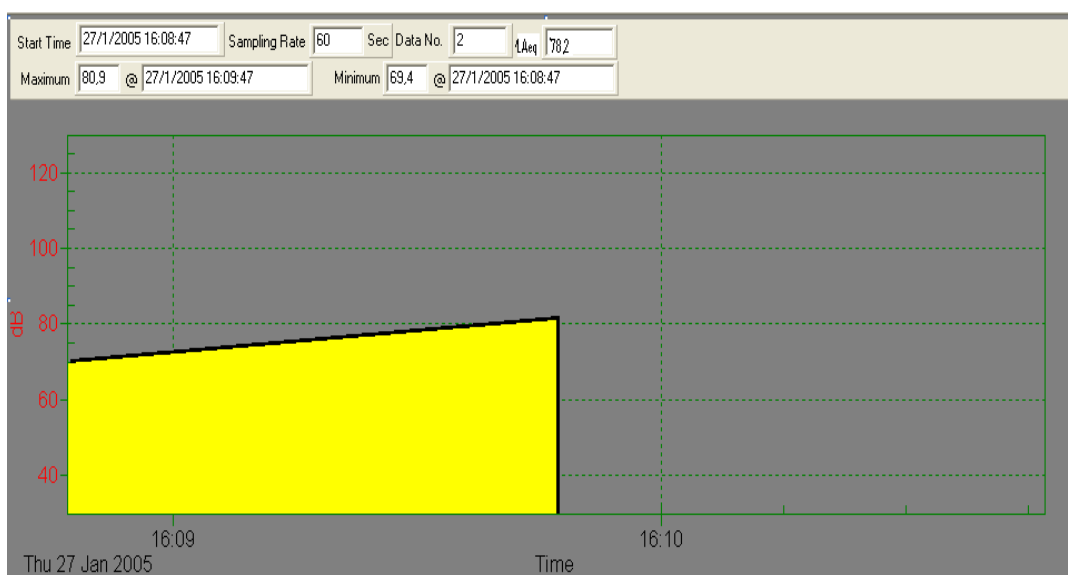


Figura 21 - LAeq obtido nas atividades no corredor do almoxarifado, Requerente 2.  
 FONTE: O Autor.



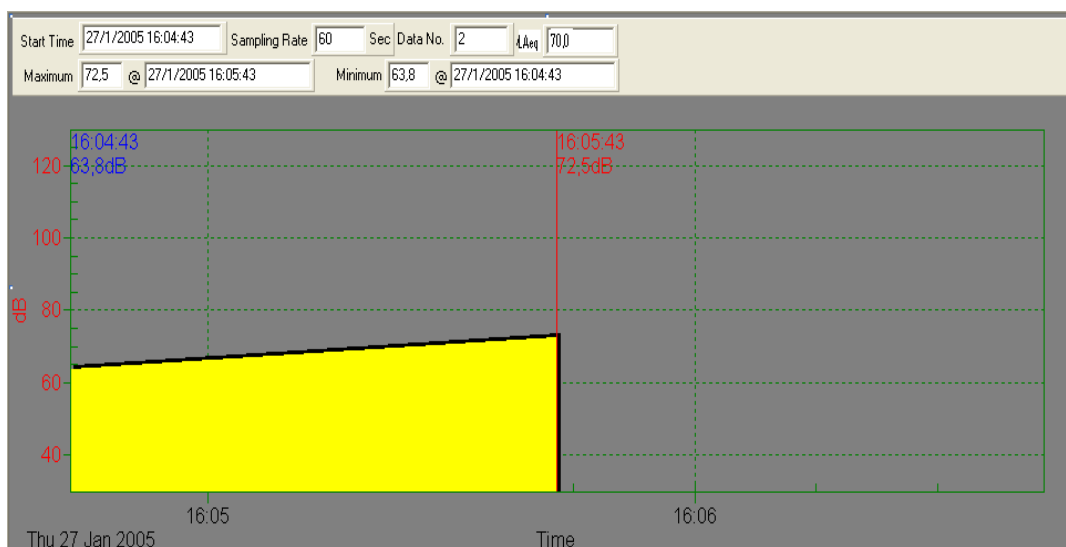


Figura 22 - LAeq obtido nas atividades no almoxarifado central, Requerente 2.

FONTE: O Autor.

No ambiente e nas atividades de trabalho do Requerente 2 não ficou caracterizada a insalubridade pelo agente físico ruído, uma vez que os índices de ruído medidos estão abaixo do Limite de Tolerância de 85 dB(A) para uma jornada de 8 horas, de acordo com o especificado pela NR-15, ANEXO 1, LIMITE DE TOLERÂNCIA PARA RUÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE, conforme a tabela 8 abaixo:

TABELA 8 – AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), NA FUNÇÃO DE ALMOXARIFE DO REQUERENTE 2 DO CASO 1, PARA UMA JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS

|                           | Função: Almoxarife  |                          |                      |                      |
|---------------------------|---------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|
|                           | Atividades          |                          |                      |                      |
|                           | Transporte de peças | Corredor do Almoxarifado | Entre as prateleiras | Almoxarifado Central |
| <b>Intensidade</b>        | 73,5 a 85,0 dB(A)   | 68,9 a 80,9 dB(A)        | 70,9 a 78,5 dB(A)    | 63,6 a 72,7 dB(A)    |
| <b>LAeq</b>               | 82,3 dB(A)          | 78,2 dB(A)               | 76,2 dB(A)           | 70,2 dB(A)           |
| <b>Dose</b>               | 0,69                | 0,78                     | 0,3                  | 0,13                 |
| <b>Tempo de Exposição</b> | 8h                  | 8h                       | 8h                   | 8 h                  |

FONTE: O AUTOR

Comparando-se os resultados das medições *in loco* tabulados na tabela 8 com o apresentado na tabela 6 verifica-se que há incompatibilidade. O que permite inferir que no processo do Requerente 2, os documentos apresentados pela

empresa no Caso 1, em situação que visa benefício por insalubridade não estão corretamente instruídos, o que pode gerar ônus indevido para o Estado.

### C- REQUERENTE 3

Avaliação da exposição ao ruído do Requerente 3 dos Autos nº 2005.70.00.019826-2, na função de Operador de Produção.

Na seqüência das figuras 23 a 25 abaixo, temos os gráficos com os valores integrados do nível sonoro equivalente LAeq obtidos a partir da submissão dos dados das medições coletados ao aplicativo de *software TESTLINK – SE322*. Cada uma das amostras tem o tempo de duração de 1 minuto. Os tempos das amostras são representativos em função de que a característica do ruído nos ambientes laborais se classifica como ruído contínuo e intermitente, conforme definido pela NHO 01, isto é, nos ambientes avaliados não tem o ruído de impacto e impulsivo:

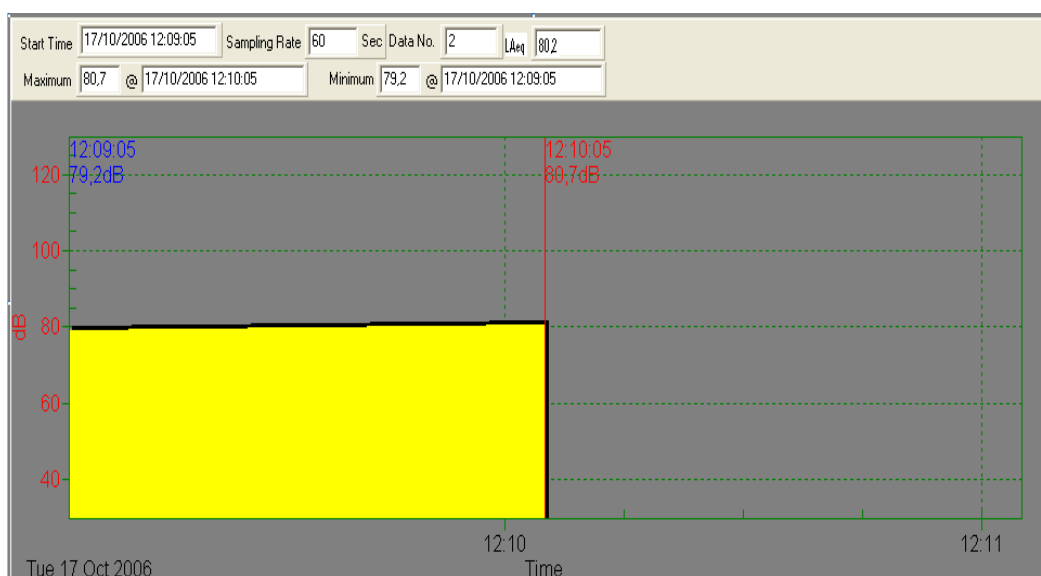


Figura 23 - LAeq obtido nas atividades em Usinagem dura, do Requerente 3.

FONTE: O Autor.

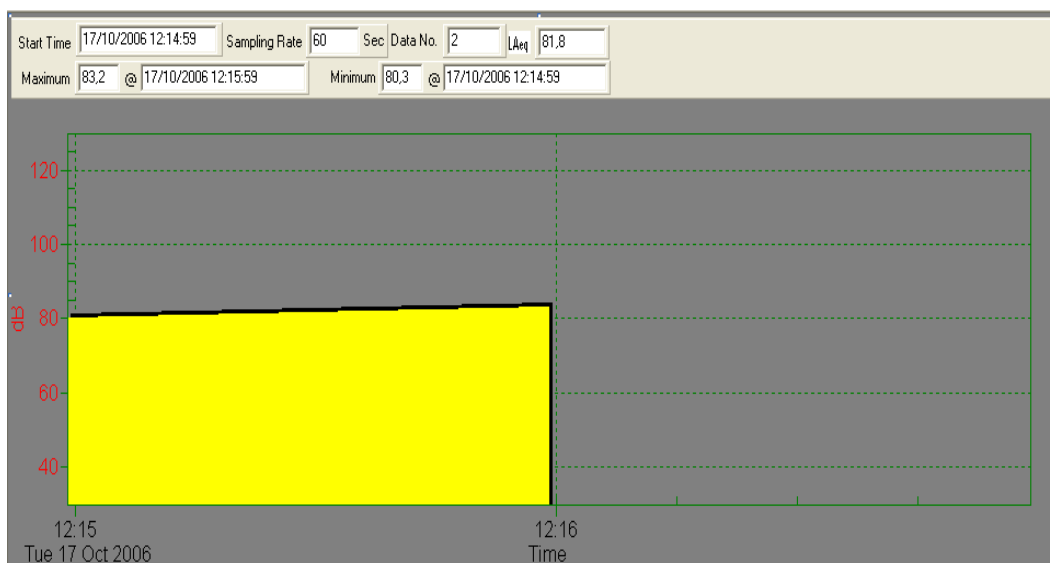


Figura 24 - LAeq obtido nas atividades em Usinagem dh, do Requerente 3.

FONTE: O Autor.

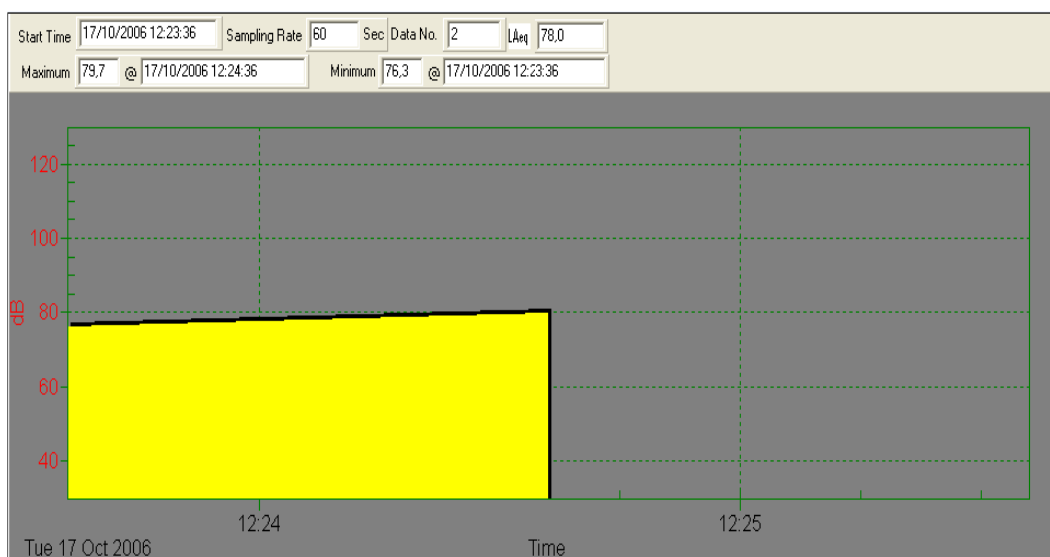


Figura 25 - LAeq obtido nas atividades em Galvanização, do Requerente 3.

FONTE: O Autor.

No ambiente e nas atividades de trabalho do Requerente 3 não ficou caracterizada a insalubridade pelo agente físico ruído, uma vez que os índices de ruído medidos são abaixo do Limite de Tolerância, 85 dB(A) para uma jornada de 8 horas, de acordo com o especificado pela NR-15, ANEXO 1, LIMITE DE TOLERÂNCIA PARA RUÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE, conforme a tabela 9:

TABELA 9 - AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), PARA UMA JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS, DO REQUERENTE 3 DO CASO 1

|                           | Função : Operador de Produção |                   |                   |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|
|                           | Atividades                    |                   |                   |
|                           | Usinagem dura                 | Usinagem dh       | Galvanização      |
| <b>Intensidade</b>        | 79,2 a 80,6 dB(A)             | 80,3 a 83,2 dB(A) | 76,6 a 79,5 dB(A) |
| <b>LAeq</b>               | 80,0 dB(A)                    | 82,0 dB(A)        | 78,3 dB(A)        |
| <b>Dose</b>               | 0,5                           | 0,66              | 0,4               |
| <b>Tempo de exposição</b> | 8 h                           | 8 h               | 8 h               |

FONTE: O AUTOR

Comparando-se os resultados das medições *in loco* tabulados na tabela 9 com o apresentado na tabela 6 verifica-se que há incompatibilidade. O que permite inferir que no processo do Requerente 3, os documentos apresentados pela empresa no Caso 1, em situação que visa benefício por insalubridade não estão corretamente instruídos, o que pode gerar ônus indevido para o Estado.

#### D- REQUERENTE 4

Avaliação da exposição ao ruído do Requerente 4 dos Autos nº 2006.70.00.029347-0, na função de Operador de Produção.

Na figura 26, temos os gráfico com o valor integrado do nível sonoro equivalente LAeq obtido a partir da submissão dos dados das medições coletados ao aplicativo de *software TESTLINK – SE322*. A amostra tem o tempo de duração de 1 minuto. O tempo da amostra é representativo em função de que a característica do ruído nos ambientes laborais se classifica como ruído contínuo e intermitente, conforme definido pela NHO 01, isto é, nos ambientes avaliados não tem o ruído de impacto e impulsivo.

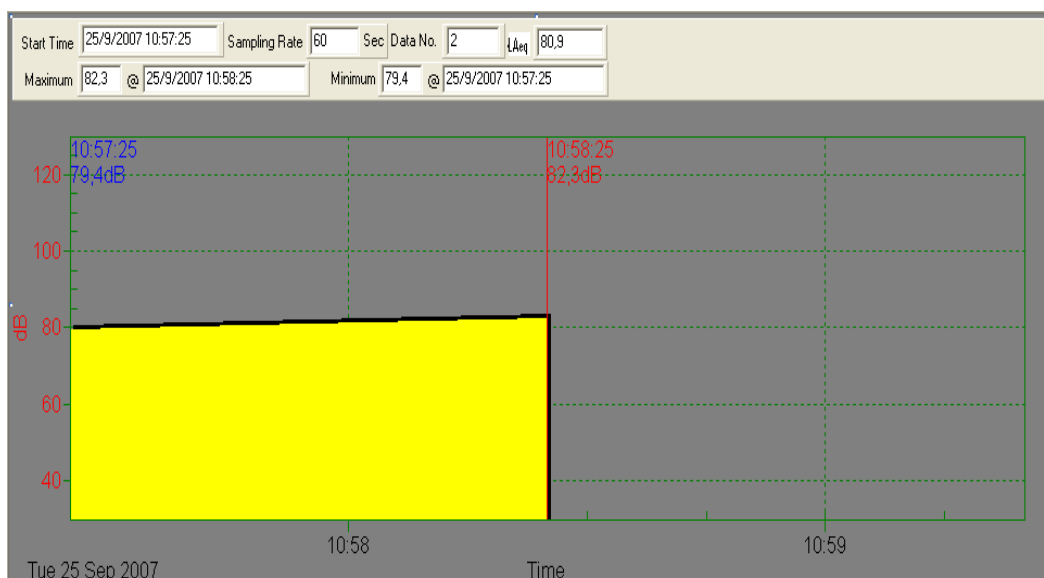


Figura 26 - LAeq obtido nas atividades de Operador de produção, qualidade e multifuncional, Requerente 4.

FONTE: O Autor.

No ambiente e nas atividades de trabalho do Requerente 4 não ficou caracterizada a insalubridade pelo agente físico ruído, uma vez que os índices de ruído medidos são abaixo do Limite de Tolerância, 85 dB(A) para uma jornada de 8 horas, de acordo com o especificado pela Norma Regulamentadora NR-15, ANEXO 1 – LIMITE DE TOLERÂNCIA PARA RUÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE, conforme tabela 10 abaixo.

TABELA 10 - AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), PARA A JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS, DO REQUERENTE 4 DO CASO 1

|                           | Funções  |
|---------------------------|--|
|                           | Operador de Produção, Controlador de Qualidade, Operador Especializado e Operador multifuncional |
| <b>Intensidade</b>        | 79,5a 82,4 dB(A)   |
| <b>LAeq</b>               | 81,0 dB(A)   |
| <b>Dose</b>               | 0,59   |
| <b>Tempo de exposição</b> | 8 h  |

FONTE: O AUTOR

Comparando-se os resultados das medições *in loco* tabulados na tabela 10 com o apresentado na tabela 6 verifica-se que há incompatibilidade. O que permite inferir que no processo do Requerente 4, os documentos apresentados pela

empresa no Caso 1, em situação que visa benefício por insalubridade não estão corretamente instruídos, o que pode gerar ônus indevido para o Estado:

#### E- REQUERENTE 5

Avaliação da exposição ao ruído do Requerente 5 dos Autos nº 2005.70.00.017355-1, na função de Operador de Produção.

Na figura 27, temos o gráfico com o valor integrado do nível sonoro equivalente LAeq obtidos a partir da submissão dos dados das medições coletados ao aplicativo de *software TESTLINK – SE322*. A amostra tem o tempo de duração de 1 minuto. O tempo da amostra é representativo em função de que a característica do ruído nos ambientes laborais se classifica como ruído contínuo e intermitente, conforme definido pela NHO 01, isto é, nos ambientes avaliados não tem o ruído de impacto e impulsivo:

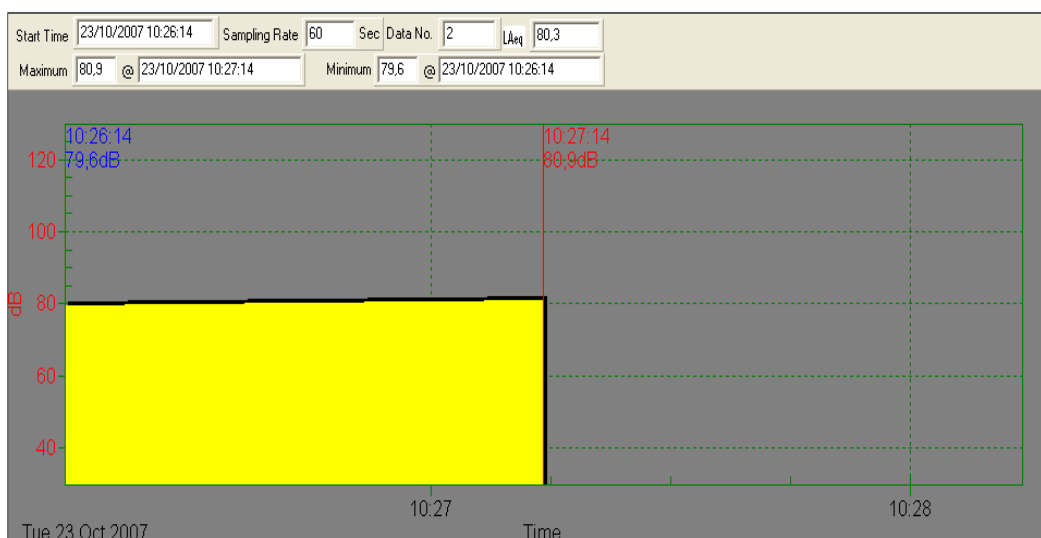


Figura 27 - LAeq obtido nas atividades de Operador de tratamento térmico, Requerente 5.

FONTE: O Autor.

No ambiente e nas atividades de trabalho do Requerente 5 não ficou caracterizada a insalubridade pelo agente físico ruído, uma vez que os índices de ruído medidos são abaixo do Limite de Tolerância, 85 dB(A) para uma jornada de 8 horas, de acordo com o especificado pela NR-15, ANEXO 1, LIMITE DE TOLERÂNCIA PARA RUÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE, conforme tabela 11:

TABELA 11 - AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), PARA UMA JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS, DO REQUERENTE 5 DO CASO 1

|                           | <b>Função</b>                         |
|---------------------------|---------------------------------------|
|                           | <b>Operador de tratamento térmico</b> |
| <b>Intensidade</b>        | <b>79,6 a 81,0 dB(A)</b>              |
| <b>LAeq</b>               | <b>80,4 dB(A)</b>                     |
| <b>Dose</b>               | <b>0,53</b>                           |
| <b>Tempo de exposição</b> | <b>8 h</b>                            |

FONTE: O AUTOR

Comparando-se os resultados das medições *in loco* tabulados na tabela 11 com o apresentado na tabela 6 verifica-se que há incompatibilidade. O que permite inferir que no processo do Requerente 5, os documentos apresentados pela empresa no Caso 1, em situação que visa benefício por insalubridade não estão corretamente instruídos, o que pode gerar ônus indevido para o Estado.

#### F- REQUERENTE 6

Avaliação da exposição ao ruído do Requerente 6 dos Autos nº 2007.70.00.022961-9, na função de Operador de Produção:

Na seqüência das figuras 28 e 29, temos os gráficos com os valores integrados do nível sonoro equivalente LAeq obtidos a partir da submissão dos dados das medições coletados ao aplicativo de *software TESTLINK – SE322*. Cada uma das amostras tem o tempo de duração de 1 minuto. Os tempos das amostras são representativos em função de que a característica do ruído nos ambientes laborais se classifica como contínuo e intermitente conforme definido pela NHO 01, isto é, nos ambientes avaliados não tem o ruído de impacto e impulsivo.

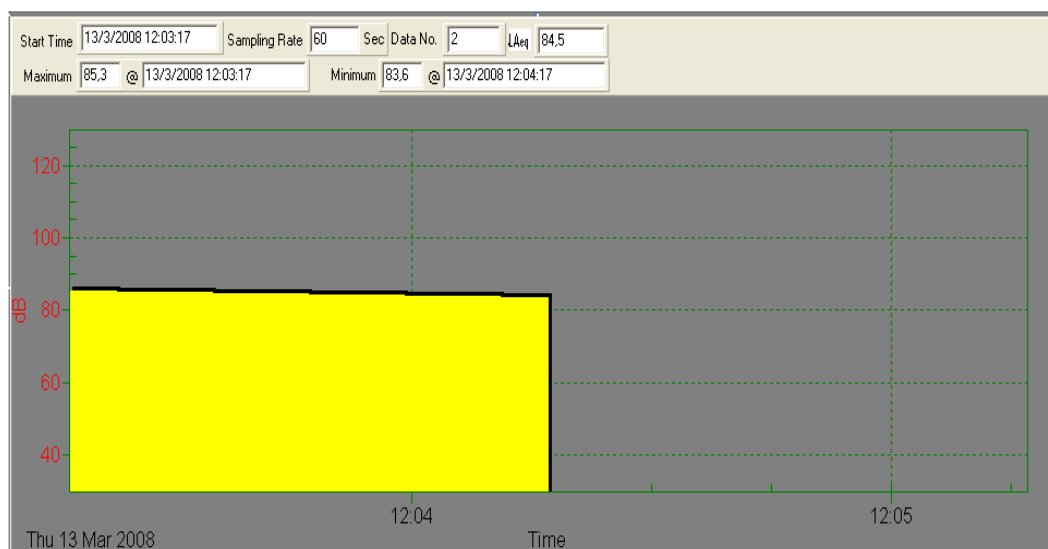


Figura 28 - LAeq obtido nas atividades de Operador de produção especializado, Requerente 6.  
 FONTE: O Autor.

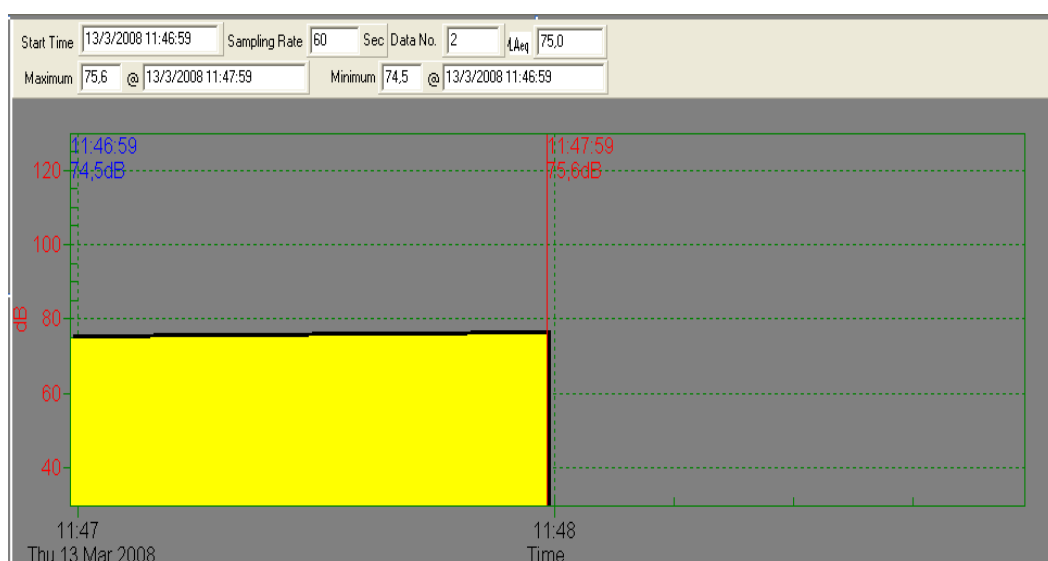


Figura 29 - LAeq obtido nas atividades de Operador multifuncional, Requerente 6.  
 FONTE: O Autor.

No ambiente e nas atividades de trabalho do Requerente 6 não ficou caracterizada a insalubridade pelo agente físico ruído, uma vez que os índices de ruído medidos são abaixo do Limite de Tolerância, 85 dB(A) para uma jornada de 8 horas, de acordo com o especificado pela Norma Regulamentadora NR-15, ANEXO 1 – LIMITE DE TOLERÂNCIA PARA RUÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE, conforme na tabela 12 abaixo:



TABELA 12 - AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), PARA UMA JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS, DO REQUERENTE 6 DO CASO 1

|                           | Função                             |                         |
|---------------------------|------------------------------------|-------------------------|
|                           | Operador de produção especializado | Operador multifuncional |
| <b>Intensidade</b>        | 83,5 a 85,3 dB(A)                  | 74,3 a 75,7 dB(A)       |
| <b>LAeq</b>               | 84,5 dB(A)                         | 75,1 dB(A)              |
| <b>Dose</b>               | 0,93                               | 0,25                    |
| <b>Tempo de exposição</b> | 8 h                                | 8 h                     |

FONTE: O AUTOR

Comparando-se os resultados das medições *in loco* tabulados na tabela 12 com o apresentado na tabela 6 verifica-se que há incompatibilidade. O que permite inferir que no processo do Requerente 6, os documentos apresentados pela empresa no Caso 1, em situação que visa benefício por insalubridade não estão corretamente instruídos, o que pode gerar ônus indevido para o Estado.

#### G- REQUERENTE 7

Avaliação da exposição ao ruído do Requerente 7 dos Autos nº 2006.70.00.030715-8, na função de Operador de Produção.

Na seqüência das figuras 30 e 31 abaixo, temos os gráficos com os valores integrados do nível sonoro equivalente LAeq obtidos a partir da submissão dos dados das medições coletados ao aplicativo de *software TESTLINK – SE322*. Cada uma das amostras tem o tempo de duração de 1 minuto. Os tempos das amostras são representativos em função de que a característica do ruído nos ambientes laborais se classifica como contínuo e intermitente, conforme definido pela NHO 01, isto é, nos ambientes avaliados não tem o ruído de impacto e impulsivo.

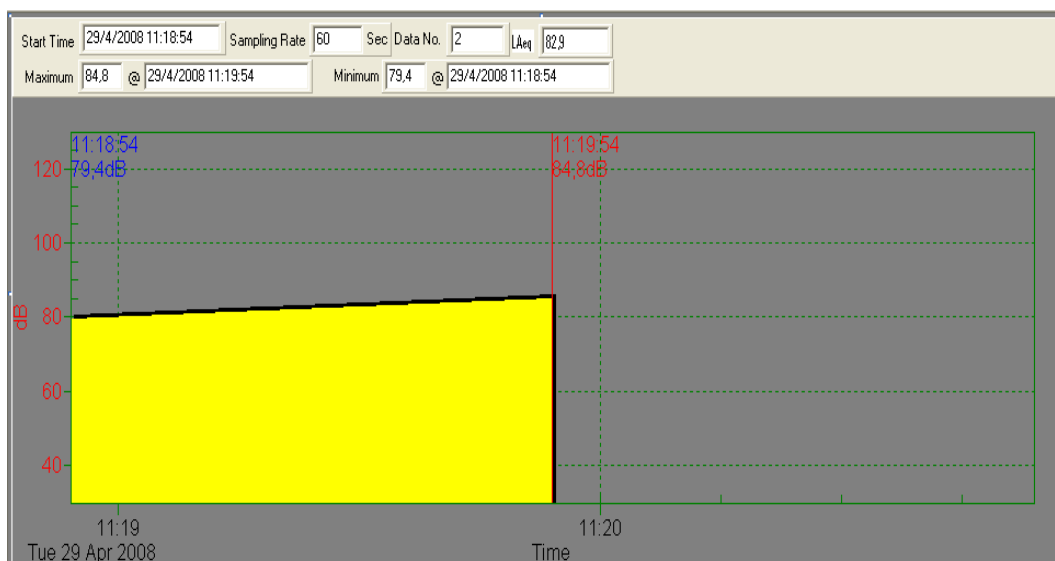


Figura 30 - LAeq obtido nas atividades de Operador multifuncional, do Requerente 7.

FONTE: O Autor.

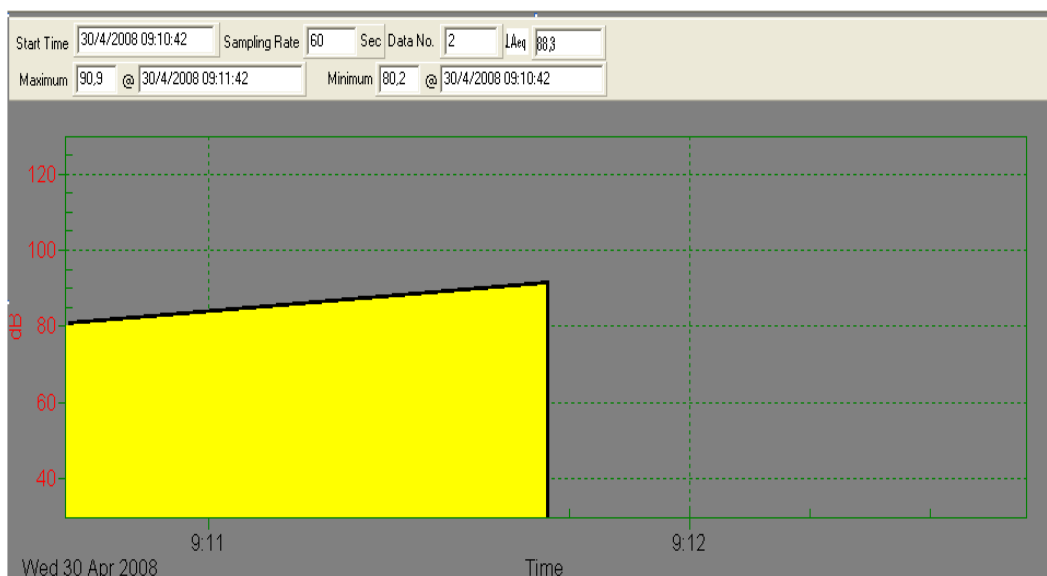


Figura 31 - LAeq obtido nas atividades de Auxiliar de produção e Operador de produção III, do Requerente 7.

FONTE: O Autor.

No ambiente e nas atividades de trabalho do Requerente 7 ficou caracterizada a insalubridade pelo agente físico ruído nas atividades de Auxiliar de Produção A e Operador de Produção III. Nestas funções o nível equivalente de ruído contínuo avaliado é acima do Limite de Tolerância de 85 dB(A) para uma jornada de 8 horas, de acordo com o especificado pela NR-15, ANEXO 1, LIMITE DE TOLERÂNCIA PARA RUÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE, com dose de

exposição superior à unidade. Porém nas funções de Operador Especializado e Operador Multifuncional a insalubridade não se caracteriza em função de que o nível equivalente de ruído contínuo avaliado é inferior ao Limite de Tolerância de 85 dB(A), conforme tabela 13:

TABELA 13 - AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), PARA UMA JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS, DO REQUERENTE 7 DO CASO 1.

|                           | Função   |   |
|---------------------------|--|---|
|                           | Auxiliar de produção A<br>Operador de produção III | Operador especializado<br>Operador multifuncional |
| <b>Intensidade</b>        | 80,3 a 90,9 dB(A)                                  | 79,1 a 84,7 dB(A)                                 |
| <b>LAeq</b>               | 88,3 dB(A)   | 82,7 dB(A)  |
| <b>Dose</b>               | 1,58   | 0,73  |
| <b>Tempo de exposição</b> | 8 h  | 8 h   |

FONTE: O AUTOR

Comparando-se os resultados das medições *in loco* tabulados no quadro 13 com o apresentado na tabela 6 verifica-se que há incompatibilidade parcial. O que permite inferir que no processo do Requerente 7, os documentos apresentados pela empresa no Caso 1, em situação que visa benefício por insalubridade, não estão corretamente instruídos, o que pode gerar ônus indevido para o Estado.

#### H- REQUERENTE 8

Avaliação da exposição ao ruído do Requerente 8 dos Autos nº 2007.70.00.026052-3, na função de Operador de Produção.

Na seqüência das figuras 32 a 34 abaixo, temos os gráficos com os valores integrados do nível sonoro equivalente LAeq obtidos a partir da submissão dos dados das medições coletados ao aplicativo de *software TESTLINK – SE322*. Cada uma das amostras tem o tempo de duração de 1 minuto. Os tempos das amostras são representativos em função de que a característica do ruído nos ambientes laborais se classifica como ruído contínuo e intermitente, conforme definido pela NHO 01, isto é, nos ambientes avaliados não tem o ruído de impacto e impulsivo.

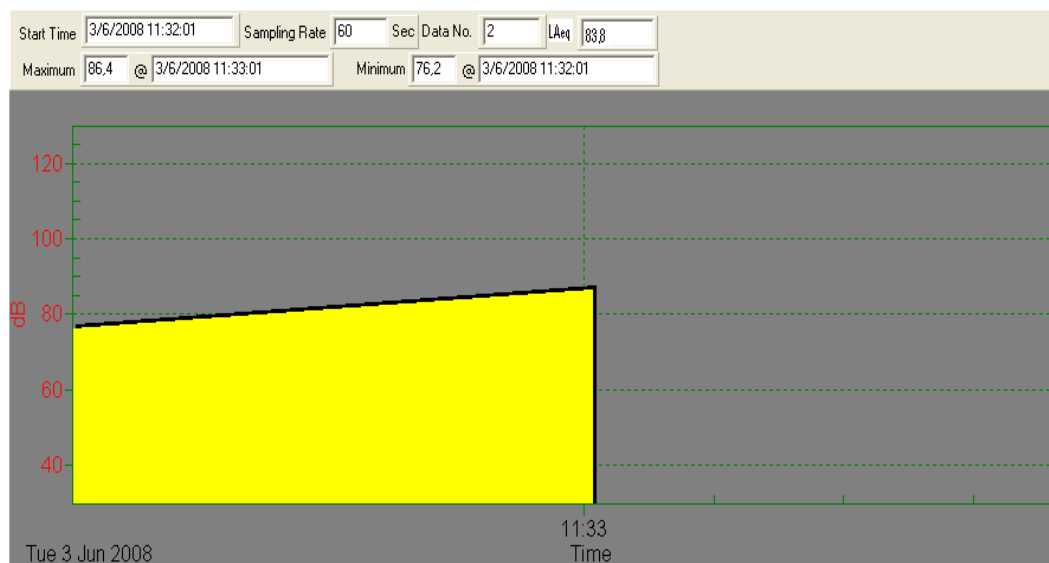


Figura 32 - LAeq obtido nas atividades de Operador de produção I e III, do Requerente 8.  
FONTE: O Autor.

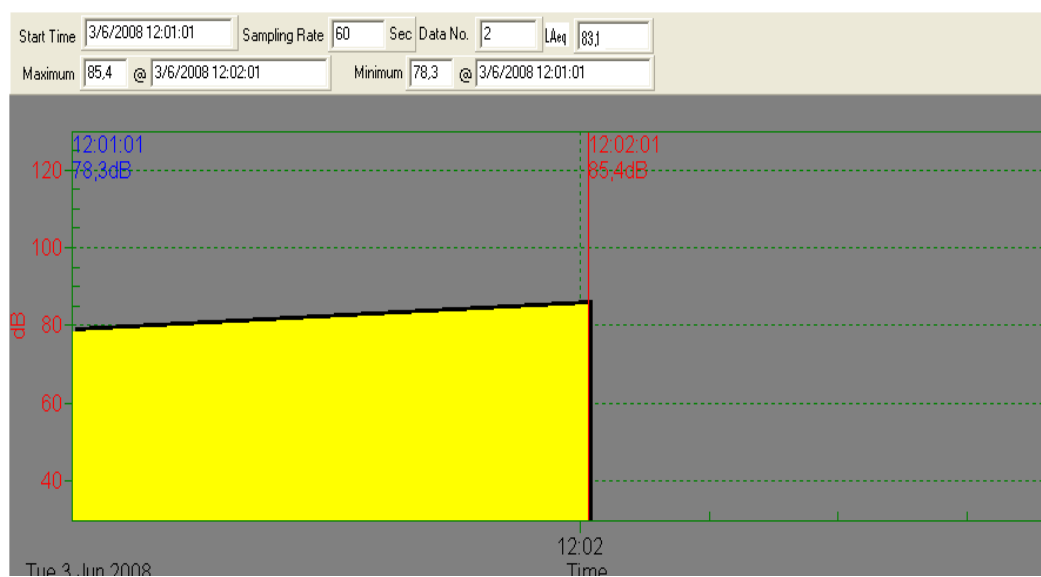


Figura 33 - LAeq obtido nas atividades de Operador Especializado e Multifuncional I e II, do Requerente 8.  
FONTE: O Autor.

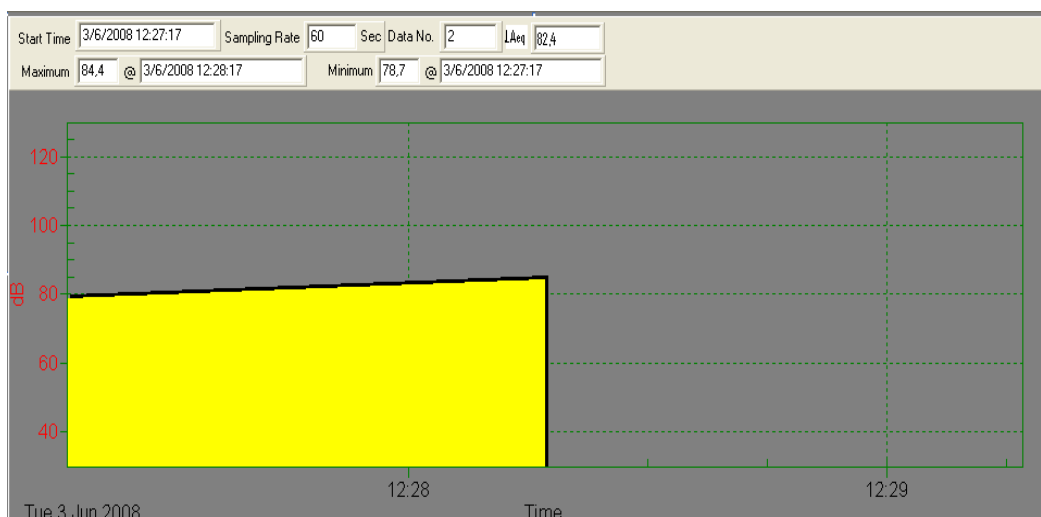


Figura 34 - LAeq obtido nas atividades de Operador galvânica I e II, do Requerente 8.  
FONTE: O Autor.

No ambiente e nas atividades de trabalho do Requerente 8 não ficou caracterizada a insalubridade pelo agente físico ruído, uma vez que o nível equivalente de ruído contínuo é abaixo do Limite de Tolerância, 85 dB(A) para uma jornada de 8 horas, de acordo com o especificado pela NR-15, ANEXO 1, LIMITE DE TOLERÂNCIA PARA RUÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE, conforme tabela 14:

TABELA 14 - A AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), PARA UMA JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS, DO REQUERENTE 8 DO CASO 1

|                           | Funções                   |   |                           |
|---------------------------|---------------------------|---|---------------------------|
|                           | Operador produção I e III | Operador Especializado I<br>Operador Multifuncional I, II | Operador galvânica I e II |
| <b>Intensidade</b>        | 76,5 a 86,4 dB(A)         | 78,2 a 85,3 dB(A)   | 77,9 a 84,3 dB(A)         |
| <b>LAeq</b>               | 83,8 dB(A)                | 83,1 dB(A)  | 82,2 dB(A)                |
| <b>Dose</b>               | 0,85                      | 0,77  | 0,68                      |
| <b>Tempo de exposição</b> | 8 h                       | 8 h   | 8 h                       |

FONTE: O AUTOR

Comparando-se os resultados das medições *in loco* tabulados na tabela 14 com o apresentado na tabela 6 verifica-se que há incompatibilidade parcial. O que permite inferir que no processo do Requerente 8, os documentos apresentados pela

empresa no Caso 1, em situação que visa benefício por insalubridade não estão corretamente instruídos, o que pode gerar ônus indevido para o Estado.

Conclui-se, após a análise dos processos dos 8 requerentes da empresa 1, que: as avaliações do ruído ambiental não foram corretamente apuradas. Portanto, os documentos depositados nos processos ajuizados na Vara Única Previdenciária de Curitiba, Seção Judiciária do Estado do Paraná contra o Instituto Nacional de Seguro Social não estão corretamente instruídos.

## 7.2 RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO 2

A empresa do setor de implementos agrícolas tem cerca de 1.600 funcionários. Em função disso cumpre o estabelecido na Norma Regulamentadora Nº 4 (NR-4) SERVIÇOS ESPECIALIZADOS EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA EM MEDICINA DO TRABALHO (SESMT), QUADRO II da Portaria nº 3.214 de 08 de junho de 1978, que estabelece um dimensionamento dos Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho vinculado à gradação de risco da atividade e ao número de funcionários, conforme a tabela 15 abaixo:

TABELA 15: DIMENSIONAMENTO DO SESMT DA EMPRESA DO CASO 2

| Grau de Risco | Nº de Empregados   | 50 a 100 | 101 a 250 | 251 a 500  | 501 a 1000 | 1001 a 2000      | 2001 a 3500 | 3501 a 5000 |
|---------------|--|----------|-----------|--|------------|------------------|-------------|-------------|
|               | Técnicos   |          |           |  |            |                  |             |             |
| 3             | Técnico Seg.Trabalho<br>Engenheiro Seg. Trabalho<br>Aux.Enfermagem no Trabalho<br>Enfermeiro do Trabalho<br>Médico do Trabalho   |          |           |  |            | 4<br>1<br>1<br>1 |             |             |
| (*)-<br>(**)- | Tempo parcial (mínimo de três horas)<br>O dimensionamento total deverá ser feito levando-se em consideração o dimensionamento da faixa de 3.501 a 5.000 mais o dimensionamento do(s) grupo(s) de 4.000 ou fração de 2.000. |          |           | OBS.: Hospitais, Ambulatórios, Maternidades, Casas de Saúde e repouso, Clínicas e estabelecimento similares com mais de 500 (quinhentos) empregados deverão contratar um Enfermeiro do trabalho em tempo integral. |            |                  |             |             |

FONTE: NR-4, QUADRO II SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO (2007)

Conforme composição da tabela 15, dentro do SESMT o departamento de Engenharia e Segurança do Trabalho da empresa, formado por engenheiro e técnicos de segurança do trabalho, que são responsáveis pelo levantamento e

avaliação ambiental laboral, previsto na NR-9 para preservar a saúde e a integridade dos trabalhadores. Isto é feito através do PPRA, disposto naquela Norma, o qual é elaborado com a participação dos funcionários e com uma abrangência em função dos riscos e das necessidades de controle.

No Caso 2 selecionou-se 2 processos cujos registros na JFPR são: AUTOS nº 2003.70.00.063272-0 e AUTOS nº 2004.70.00.018037-0.

A partir da verificação dos Laudos de avaliação do ruído ambiental no PPRA da empresa obtidos na pesquisa pericial e dos documentos DSS8030 e PPP dos Requerentes, anexados nos processos, passou-se à análise do conteúdo desses documentos com base nos parâmetros especificados pelas Normas NR-9, NHO 01 e OSHA, os quais foram detalhados no capítulo 4 desta pesquisa. Além disso, foi realizado o levantamento *in loco* das condições ambientais e operacionais nas funções dos Requerentes na empresa.

1. A empresa periodicamente planeja, estabelece metas, prioridades, e cronogramas para tomadas de decisões e medidas de segurança laborativas no controle do ruído ambiental na linha de produção, baseada no acompanhamento da evolução da produção;
2. Possui uma forma de registros de dados para manutenção, divulgação de ações e do controle da segurança ambiental através do departamento de engenharia de segurança do trabalho, para garantir a antecipação, reconhecimento, avaliação e prioridades do controle técnico e administrativo da saúde ocupacional em todo seu parque produtivo. As informações dos riscos ambientais são amplamente divulgadas através da Comissão Interna de Prevenções de Acidentes (CIPA), reuniões, murais e cartazes espalhados pelas dependências da fábrica;
3. De acordo com os parâmetros especificados pelas Normas NR-15, NHO 01 e OSHA, os Laudos Técnicos de Avaliação Ambiental da empresa de 1994 a 2006 têm o registro das avaliações da exposição ao ruído

ambiental nas funções dos trabalhadores levando em conta a jornada de trabalho;

4. De acordo com os parâmetros especificados pelas Normas NR-15, NHO 01 e OSHA discriminados no capítulo 4, nos Laudos Técnicos de Avaliação Ambiental da empresa de 1994 a 2006 estão registradas as doses de ruído a que estão expostos os trabalhadores em seus postos durante as suas jornadas de trabalho;
5. A empresa realiza as medidas de controle do ruído na fonte realizando a adequada manutenção preventiva e corretiva, tais como a lubrificação e confinamento de equipamentos quando possível. Em determinadas áreas de ruídos excessivos há a restrição de entrada de pessoal não autorizado no ambiente laboral;
6. A empresa fornece, treina, obriga e fiscaliza a utilização dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI), como protetores auriculares;
7. Nos documentos DSS8030 disponibilizados aos Requerentes há referência do nível de ruído equivalente para uma jornada de trabalho, isto é, há referência ao período em que ocorreu a real exposição ao agente físico ruído;
8. Nos documentos DSS8030 disponibilizados aos Requerentes não há o registro da dose de exposição ao ruído a que estavam expostos na jornada de 8 horas de trabalho, como é especificado pelas Normas NR-15, Anexo 1 e NHO 01;
9. Nos documentos DSS8030 fornecidos aos Requerentes há uniformidade nos dados apresentados, com relação ao ruído. É registrada a real exposição ao agente físico ruído, conforme especificado no art. 18 da Instrução Normativa nº 42 do INSS, conforme a tabela 16.



10. O profissional responsável pela avaliação do ruído ambiental e emissão do Laudo Ambiental da empresa do Caso 2 é o Engenheiro de Segurança do Trabalho da Empresa.

TABELA 16 - VALORES DO NÍVEL DE PRESSÃO SONORA REGISTRADOS NOS DOCUMENTOS DSS8030 DISPONIBILIZADOS AOS REQUERENTES DO CASO 2

| <b>Autos</b>        | <b>Registro do Nível de Ruído</b> | <b>Documento</b> |
|---------------------|-----------------------------------|------------------|
| 2003.70.00.063272-0 | Nível médio do Ruído de 88 dB(A)  | DSS8030          |
| 2004.70.00.018037-0 | Nível médio do Ruído de 91 dB(A)  | DSS8030          |

FONTE: O AUTOR

#### A- REQUERENTE 1

Avaliação da exposição ao ruído do Requerente 1 dos Autos nº 2003.70.00.063272-0, nas funções de Montador de Produção, Montador Universal e Controlador de Material.

Na seqüência das figuras 35 a 37, temos os gráficos com os valores integrados do nível sonoro equivalente LAeq obtidos a partir da submissão dos dados das medições coletados ao aplicativo de *software TESTLINK – SE322*. Cada uma das amostras tem o tempo de duração de 1 minuto. Os tempos das amostras são representativos em função de que a característica do ruído nos ambientes laborais se classifica como ruído contínuo e intermitente, conforme definido pela NHO 01, isto é, nos ambientes avaliados não tem o ruído de impacto e impulsivo.

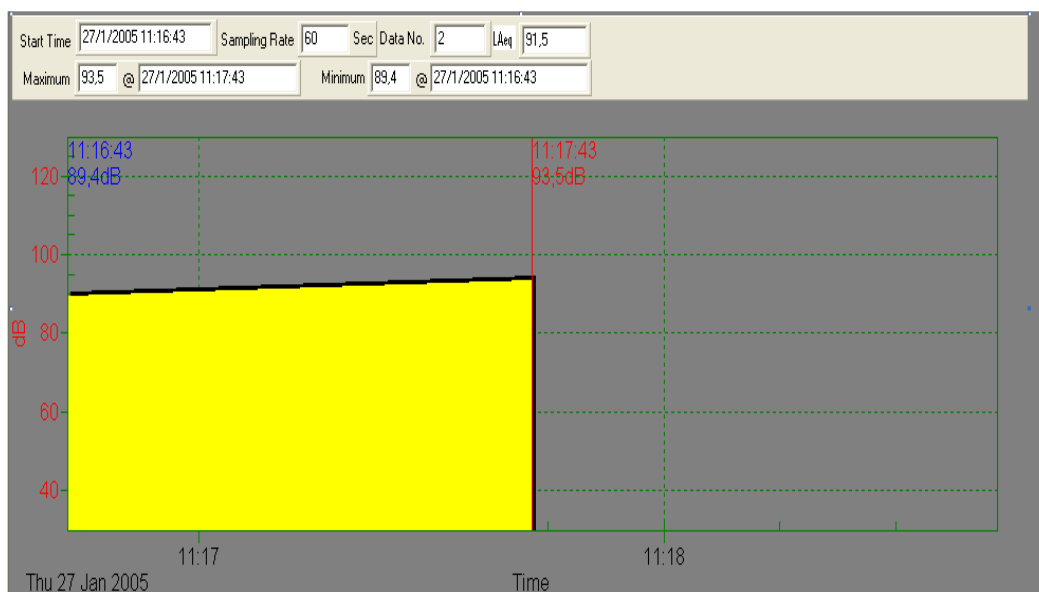


Figura 35 - LAeq obtido nas atividades de Montador de Produção, Requerente 1.

FONTA: O Autor.

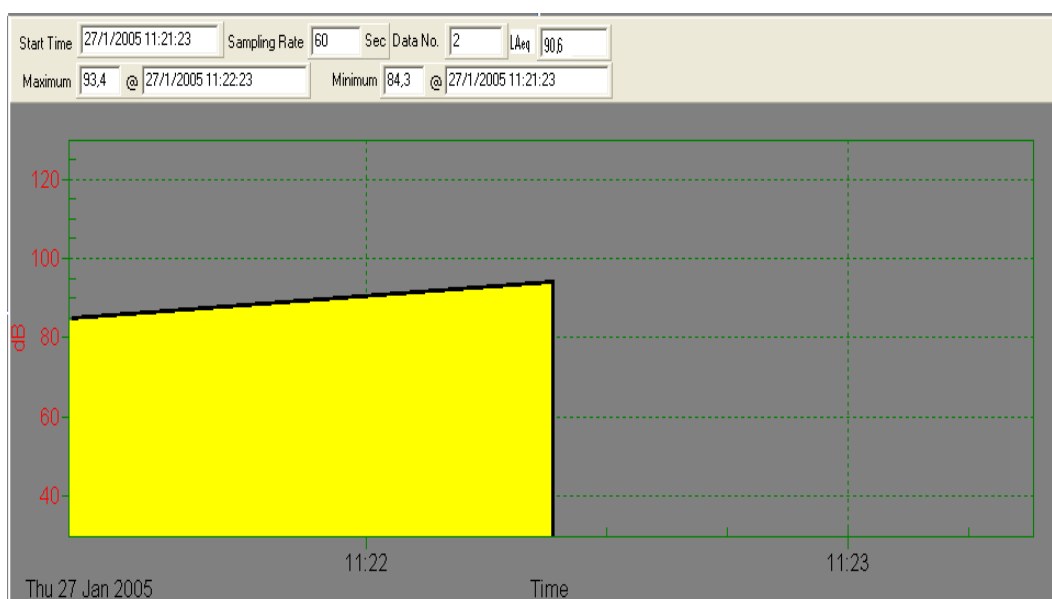


Figura 36 - LAeq obtido nas atividades de Montador Universal, Requerente 1.

FONTA: O Autor.

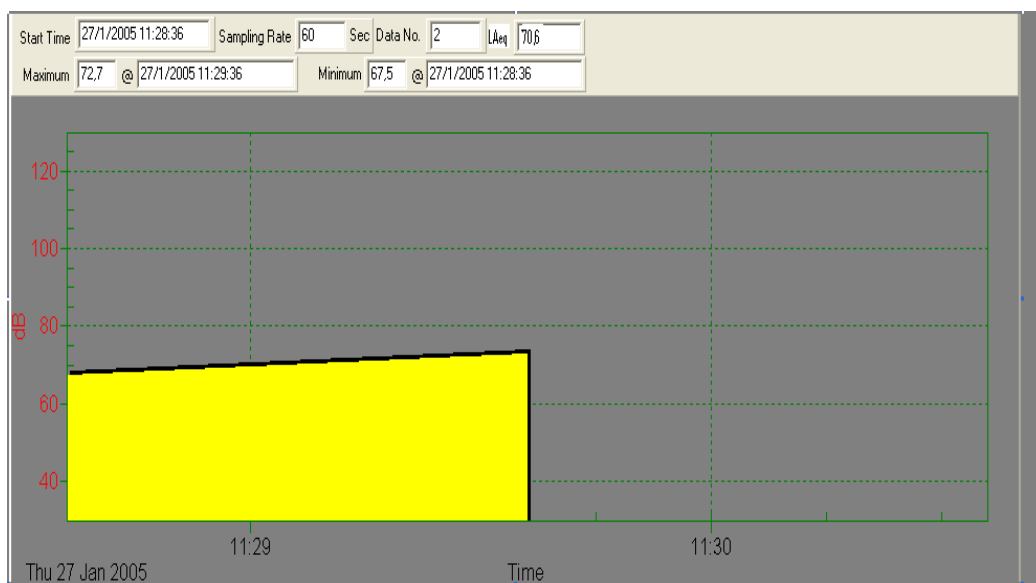


Figura 37 - LAeq obtido nas atividades de Controlador de Material, Requerente 1.

FONTE: O Autor.

No ambiente e nas atividades de trabalho do Requerente 1 ficou caracterizada a insalubridade pelo agente físico ruído nas atividades de Montador de Produção e Montador Universal. Nestas funções o nível equivalente de ruído contínuo avaliado é acima do Limite de Tolerância de 85 dB(A) para uma jornada de 8 horas, de acordo com o especificado pela NR-15, ANEXO 1, LIMITE DE TOLERÂNCIA PARA RUÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE, como dose de exposição superior à unidade. Porém, na função de Controlador de Material a insalubridade não se caracteriza em função de que o nível equivalente de ruído contínuo avaliado é inferior ao Limite de Tolerância de 85 dB(A), conforme tabela 17:

TABELA 17 - AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), PARA UMA JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS, REQUERENTE 1 DO CASO 2

|                           | Funções           |                    |                         |
|---------------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|
|                           | Montador Produção | Montador Universal | Controlador de Material |
| <b>Intensidade</b>        | 89,2 a 93,1 dB(A) | 84,4 a 93,1 dB(A)  | 67,3 a 72,5 dB(A)       |
| <b>LAeq</b>               | 91,6 dB(A)        | 90,6 dB(A)         | 70,6 dB(A)              |
| <b>Dose</b>               | 2,5               | 2,2                | 0,14                    |
| <b>Tempo de Exposição</b> | 8h                | 8h                 | 8h                      |

FONTE: O AUTOR

Comparando-se os resultados das medições *in loco* tabulados na tabela 17 com o apresentado na tabela 16, verifica-se que há incompatibilidade parcial. Esta

parcialidade é em função de que na função de Controlador de Material o nível equivalente de ruído contínuo (LAeq) nesta atividade não corresponde ao da tabela 16. O que permite inferir que no processo apresentado pela empresa no Caso 2, em situações que visam benefícios por insalubridade os dados não estão corretamente instruídos, o que pode gerar ônus indevido para o Estado.

## B- REQUERENTE 2

Avaliação da exposição ao ruído do Requerente 2 dos Autos nº 2004.70.00.018037-0, nas funções de Carpinteiro e Controlador de Material.

Na seqüência das figuras 38 e 39 abaixo, temos os gráficos com os valores integrados do nível sonoro equivalente LAeq obtidos a partir da submissão dos dados das medições coletados ao aplicativo de *software TESTLINK – SE322*. Cada uma das amostras tem o tempo de duração de 1 minuto. Os tempos das amostras são representativos em função de que a característica do ruído nos ambientes laborais se classifica como ruído contínuo e intermitente, conforme definido pela NHO 01, isto é, nos ambientes avaliados não tem o ruído de impacto e impulsivo.

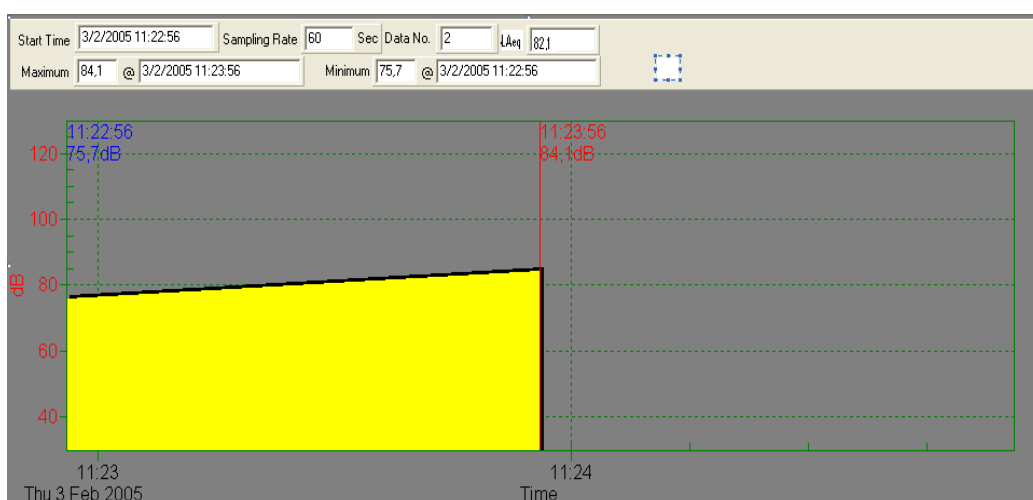


Figura 38 - LAeq obtido nas atividades de Carpinteiro, Requerente 2.

FONTE: O Autor.

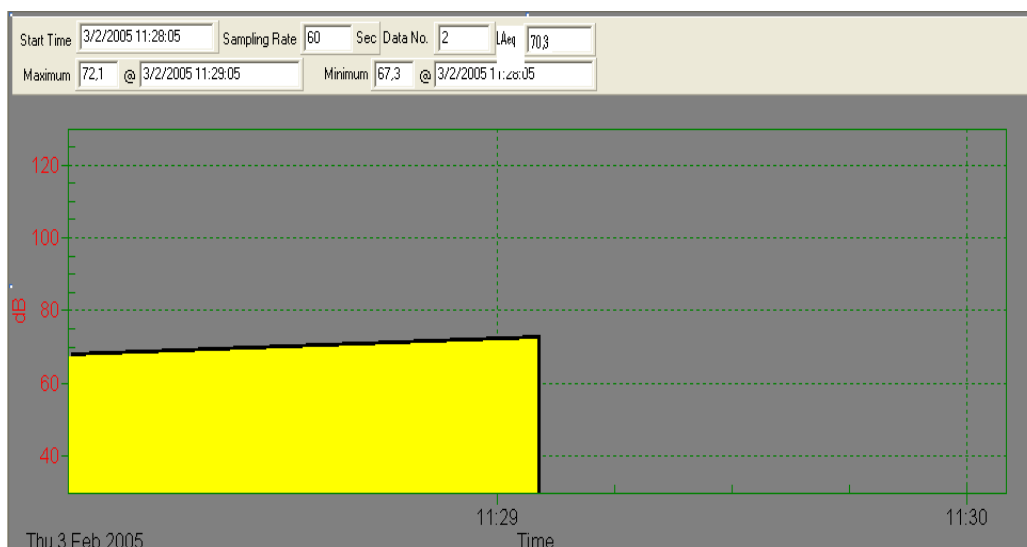


Figura 39 - LAeq obtido nas atividades de Controlador de Material, Requerente 2.

FONTE: O Autor.

No ambiente e nas atividades de trabalho do Requerente 2 não ficou caracterizada a insalubridade pelo agente físico ruído, uma vez que os níveis equivalente de ruído contínuo são abaixo do Limite de Tolerância, 85 dB(A) para uma jornada de 8 horas, de acordo com o especificado pela Norma Regulamentadora NR-15, ANEXO 1, LIMITE DE TOLERÂNCIA PARA RUÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE, conforme tabela 18.

TABELA 18 - AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), PARA UMA JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS, DO REQUERENTE 2 DO CASO 2

|                           | Funções            |                         |
|---------------------------|--------------------|-------------------------|
|                           | Carpinteiro        | Controlador de Material |
| <b>Intensidade</b>        | 75,6 a 84,5 dB (A) | 67,3 a 72,5 dB(A)       |
| <b>Laeq</b>               | 82,1 dB(A)         | 70,6 dB(A)              |
| <b>Dose</b>               | 0,67               | 0,14                    |
| <b>Tempo de exposição</b> | 8 h                | 8 h                     |

FONTE: O AUTOR

Comparando-se os resultados das medições *in loco* tabulados na tabela 18 com o apresentado na tabela 16 verifica-se que há incompatibilidade total. O que permite inferir que no processo do Requerente 2, os documentos apresentados pela

empresa no Caso 2, em situação que visa benefício por insalubridade não estão corretamente instruídos, o que pode gerar ônus indevido para o Estado.

Conclui-se, após a análise dos processos dos 2 requerentes da empresa 2, permite concluir que: as avaliações do ruído ambiental não foram corretamente apuradas. Portanto, os documentos depositados nos processos ajuizados na Vara Única Previdenciária de Curitiba, Seção Judiciária do Estado do Paraná contra o Instituto Nacional de Seguro Social não estão corretamente instruídos.

### 7.3 ESTUDO DE CASO 3

A empresa do setor de alimentação tem cerca de 320 funcionários. Em função disso cumpre o estabelecido na Norma Regulamentadora - 4 (NR-4) SERVIÇOS ESPECIALIZADOS EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA EM MEDICINA DO TRABALHO (SESMT), QUADRO II da Portaria nº 3.214 de 08 de junho de 1978, que estabelece um dimensionamento dos Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho vinculado à gradação de risco da atividade e ao número de funcionários, conforme a tabela 19:

TABELA 19 - DIMENSIONAMENTO DO SESMT DA EMPRESA DO CASO 3.

| Grau de Risco | Nº de Empregados   | 50 a 100 | 101 a 250 | 251 a 500  | 501 a 1000 | 1001 a 2000 | 2001 a 3500 | 3501 a 5000 |
|---------------|--|----------|-----------|--|------------|-------------|-------------|-------------|
|               | Técnicos   |          |           |  |            |             |             |             |
| 3             | Técnico Seg.Trabalho<br>Engenheiro Seg. Trabalho<br>Aux.Enfermagem no Trabalho<br>Enfermeiro do Trabalho<br>Médico do Trabalho   |          |           | 2  |            |             |             |             |
| (*)-<br>(**)- | Tempo parcial (mínimo de três horas)<br>O dimensionamento total deverá ser feito levando-se em consideração o dimensionamento da faixa de 3.501 a 5.000 mais o dimensionamento do(s) grupo(s) de 4.000 ou fração de 2.000. |          |           | OBS.: Hospitais, Ambulatórios, Maternidades, Casas de Saúde e repouso, Clínicas e estabelecimento similares com mais de 500 (quinhentos) empregados deverão contratar um Enfermeiro do trabalho em tempo integral. |            |             |             |             |

FONTE: NR-4, QUADRO II SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO (2007)

Conforme composição da tabela 19, dentro do SESMT a empresa não é obrigada a ter um departamento de Engenharia e Segurança do Trabalho. Em função disso a empresa contrata serviços terceirizados na área de Engenharia e Segurança do Trabalho para realizar o Programa de Prevenção de Risco Ambiental,

para cumprir o especificado na NR-9, isto é, preservar a saúde e a integridade dos trabalhadores. As atividades de controle da segurança laboral são realizadas pelos técnicos de segurança do trabalho, os quais fazem parte do quadro funcional da empresa em cumprimento à NR-4.

Em face ao tamanho da empresa do Caso 3, foram avaliados 3 processos cujos registros na JFPR são: AUTOS nº 2004.70.00.029825-2, AUTOS nº 2006.70.00.017011-6 e AUTOS nº 2006.70.00.014491-9.

A partir da verificação dos Laudos de avaliação do ruído ambiental e do PPRA da empresa obtidos na pesquisa pericial e dos documentos DSS8030 dos Requerentes, anexados nos processos, passou-se à análise do conteúdo desses documentos com base nos parâmetros especificados pelas Normas NR-9, NHO 01 e OSHA, os quais foram detalhados no capítulo 4 desta pesquisa. Além disso, foi realizado o levantamento *in loco* das condições ambientais e operacionais da empresa.

1. A empresa não tem um planejamento periódico para estabelecer metas, prioridades e cronogramas para o controle do ruído ambiental. As decisões são tomadas em nível de medidas de segurança laborativas e operacionais na linha de produção, através de seus técnicos de segurança do trabalho;
2. A divulgação de ações e do controle da segurança ambiental é realizada através da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) e dos técnicos de segurança do trabalho que se revezam em turnos de trabalho. Estes profissionais têm a incumbência de treinar os funcionários na correta utilização de equipamentos de proteção individual, controlar a execução das atividades para que sejam executadas dentro dos critérios de segurança e fiscalizar a utilização de EPI's. Estes profissionais não têm como incumbência a avaliação do ruído ambiental e não emitem laudos ambientais, os quais são emitidos por empresas terceirizadas;

3. Em desacordo aos parâmetros especificados pelas Normas NR-15, NHO 01 e OSHA, os Laudos Técnicos de Avaliação Ambiental da empresa de 1994 a 2006 não têm as avaliações da exposição ao ruído ambiental nas funções dos trabalhadores, mas sim a avaliação do ruído das fontes geradoras. Não há registro da avaliação levando em conta a jornada de trabalho, conseqüentemente não há avaliação do ruído equivalente contínuo nas funções existentes na linha de produção. Estes Laudos são da responsabilidade técnica do médico do trabalho;
4. Em desacordo aos parâmetros especificados pelas Normas NR-15, NHO 01 e OSHA discriminadas no capítulo 4, nos Laudos Técnicos de Avaliação Ambiental da empresa de 1994 a 2007 não estão registradas as doses de ruído a que estão expostos os trabalhadores durante a jornada de trabalho;
5. A empresa terceirizada reavalia o ruído ambiental somente uma vez ao ano quando é feita a reedição anual do PPRA, conforme especificado pela NR-9;
6. A empresa fornece, obriga e fiscaliza a utilização dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI), como protetores auriculares;
7. Nos documentos DSS8030 e PPP disponibilizados aos Requerentes não há referência do nível de ruído equivalente para uma jornada de trabalho, isto é, não há referência ao período em que ocorreu a real exposição ao agente físico ruído;
8. Nos documentos DSS8030 e PPP disponibilizados aos Requerentes não há o registro da dose de exposição ao ruído a que estavam expostos na jornada de 8 horas de trabalho, como especificado pelas Normas NR-15, Anexo1 e NHO - 01;



9. Nos documentos DSS8030 e PPP fornecidos aos Requerentes não há uniformidade nos dados apresentados com relação ao ruído. Não é registrada a real exposição ao agente físico ruído, conforme especificado no art. 18 da Instrução Normativa nº 42 do INSS, conforme a tabela 20.
10. O responsável técnico pela avaliação do ruído ambiental e emissão do Laudo Ambiental da empresa do Caso 3 é o Médico do Trabalho, de empresa terceirizada, a qual é contratada para realizar a avaliação do ruído ambiental.

TABELA 20 - VALORES DO NÍVEL DE PRESSÃO SONORA REGISTRADOS NOS DOCUMENTOS DSS8030 E PPP DISPONIBILIZADOS AOS REQUERENTES DO CASO 3

| <b>Autos</b>        | <b>Registro do Nível de Ruído</b>      | <b>Documento</b> |
|---------------------|--|------------------|
| 2004.70.00.029825-2 | Exposição Ocupacional a Ruído de 90 dB | DSS8030          |
| 2006.7000.017011-6  | Ruído de 95 dB(A) e 90 dB(A)           | PPP              |
| 2006.70.00.014491-9 | Ruído de 90 dB(A)                      | PPP              |

FONTE: O AUTOR

#### A- REQUERENTE 1

Avaliação da exposição ao ruído do Requerente 1 dos Autos nº 2004.70.00.029825-2, na função de Mecânico Industrial.

Na figura 40 temos o gráfico com o valor integrado do nível sonoro equivalente LAeq obtido a partir da submissão dos dados das medições coletados ao aplicativo de *software TESTLINK – SE322*. Cada uma das amostras tem o tempo de duração de 1 minuto. O tempo da amostra é representativo em função de que a característica do ruído nos ambientes laborais se classifica como ruído contínuo e intermitente, conforme definido pela NHO 01, isto é, nos ambientes avaliados não tem o ruído de impacto e impulsivo.

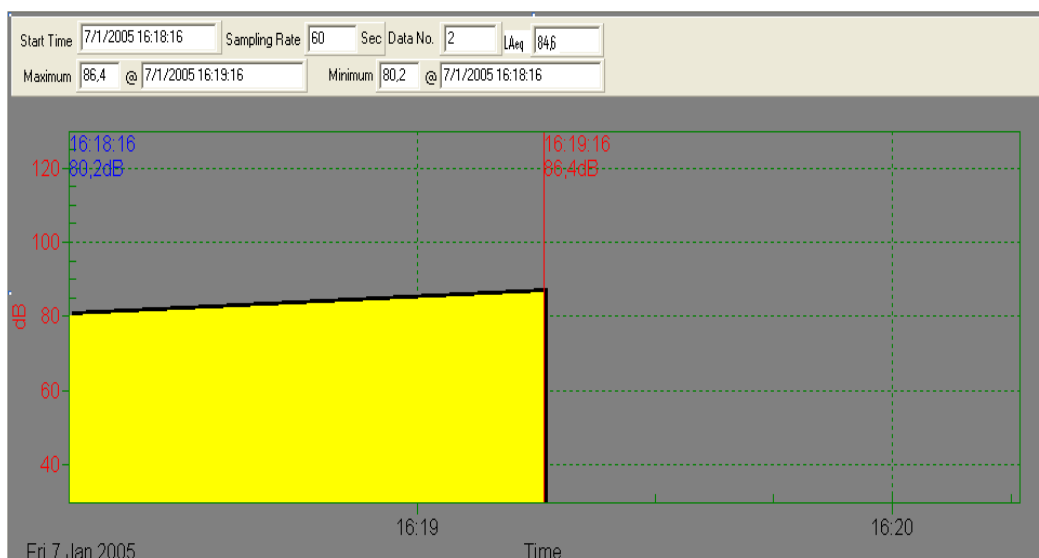


Figura 40 - LAeq obtido nas atividades de Mecânico Industrial, Requerente 1.

FONTE: O Autor.

No ambiente e nas atividades de trabalho do Requerente 1 não ficou caracterizada a insalubridade pelo agente físico ruído, uma vez que o nível equivalente de ruído contínuo é abaixo do Limite de Tolerância de 85 dB(A), para uma jornada de 8 horas, de acordo com o especificado pela NR-15, ANEXO 1, LIMITE DE TOLERÂNCIA PARA RUÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE, conforme tabela 21:

TABELA 21 - AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), PARA UMA JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS, DO REQUERENTE 1 DO CASO 3

|                           | Função                            |
|---------------------------|-----------------------------------|
|                           | Mecânico de Manutenção Industrial |
| <b>Intensidade</b>        | 80,2 a 86,7 dB(A)                 |
| <b>LAeq</b>               | 84,6 dB(A)                        |
| <b>Dose</b>               | 0,95                              |
| <b>Tempo de Exposição</b> | 8 h                               |

FONTE: O AUTOR

Analizadas e acompanhadas as atividades do Requerente 1 na função de Mecânico Industrial, concluiu-se que é uma situação concreta em que, mesmo utilizando 8 horas diárias ou 48 horas semanais de avaliação, não é correto

determinar um nível médio representativo da exposição da vida laboral do trabalhador, pelo fato da exposição não ser contínua, pois ocorre em intervalos.

Para efeito do levantamento pericial, considerou-se a exposição do ruído ambiental no local onde havia o maior nível de ruído. Porém, o nível médio equivalente não é representativo da vida laboral do trabalhador, pois varia significativamente de maneira alternada.

As atividades desta função são eventuais e intermitentes, além de que, para a realização de manutenção preventiva ou corretiva as máquinas são desligadas cessando a emissão do ruído na fonte. Deve-se ressaltar que a atividade-fim da empresa periciada é de fabricação de alimentos e não de manutenção de máquinas, sendo esta uma atividade ocasional e intermitente.

Interpretando Horvath (2003), as atividades do Requerente 1 não se enquadram como permanente, não ocasional e não intermitente, em função de que na jornada de trabalho há a interrupção de atividade com exposição ao agente insalubre, ou seja, foi exercida de forma alternada.

Comparando-se os resultados das medições *in loco* tabulados na tabela 21 com o apresentado na tabela 20 verifica-se que há incompatibilidade total. O que permite inferir que no processo do Requerente 1, os documentos apresentados pela empresa no Caso 3, em situação que visa benefício por insalubridade não estão corretamente instruídos, o que pode gerar ônus indevido para o Estado.

## B- REQUERENTE 2

Avaliação da exposição ao ruído do Requerente 2 dos Autos nº 2006.70.00.017011-6, na função de Encarregado de Produção.

Na figura 41 temos o gráfico com os valor integrado do nível sonoro equivalente LAeq obtidos a partir da submissão dos dados das medições coletados

ao aplicativo de *software TESTLINK – SE322*. A amostra tem o tempo de duração de 1 minuto.

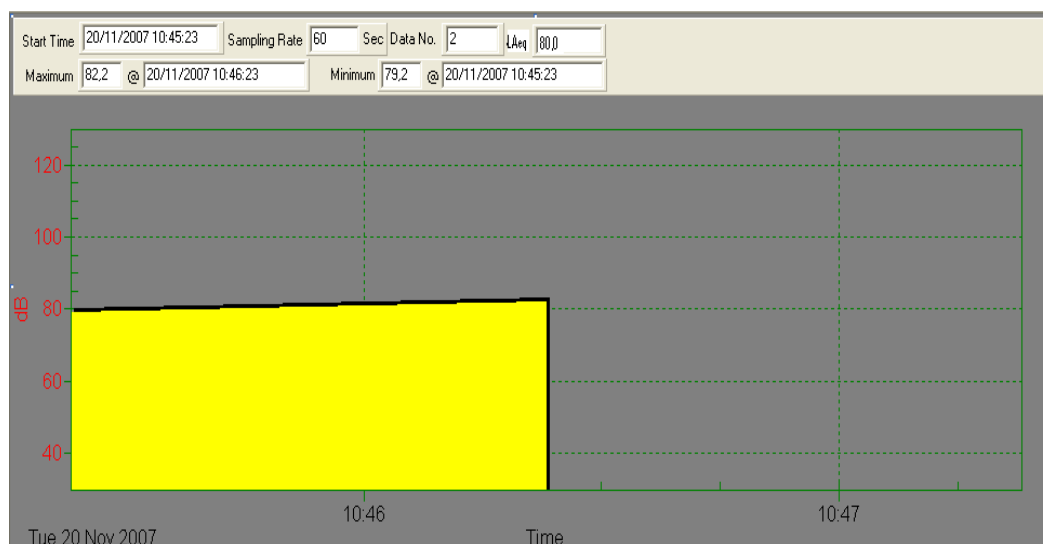


Figura 41 - L<sub>Aeq</sub> obtido nas atividades de Encarregado de Produção do Requerente 2.

FONTE: O Autor.

No ambiente e nas atividades de trabalho do Requerente 2 não ficou caracterizada a insalubridade pelo agente físico ruído, uma vez que o nível equivalente de ruído contínuo é abaixo do Limite de Tolerância de 85 dB(A), para uma jornada de 8 horas, de acordo com o especificado pela NR-15, ANEXO 1, LIMITE DE TOLERÂNCIA PARA RUÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE, conforme tabela 22:

TABELA 22 - AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), PARA UMA JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS, DO REQUERENTE 2 DO CASO 3

|                           | Função                  |
|---------------------------|-------------------------|
|                           | Encarregado de Produção |
| <b>Intensidade</b>        | 79,1 a 82,0 dB(A)       |
| <b>L<sub>Aeq</sub></b>    | 80,8 dB(A)              |
| <b>Dose</b>               | 0,95                    |
| <b>Tempo de Exposição</b> | 8 h                     |

FONTE: O AUTOR

Comparando-se os resultados das medições *in loco* tabulados na tabela 22 com o apresentado na tabela 20 verifica-se que há incompatibilidade total. O que permite inferir que no processo analisado do Requerente 2, os documentos apresentados pela empresa no Caso 3, em situações que visam benefícios por insalubridade, os dados não estão corretamente instruídos, o que pode gerar ônus indevido para o Estado.

### C- REQUERENTE 3

Avaliação da exposição ao ruído do Requerente 3 dos Autos nº 2006.70.00.014491-9, na função de Auxiliar de Produção.

Nas figuras 42 e 43, temos os gráficos com os valores integrados do nível sonoro equivalente LAeq obtidos a partir da submissão dos dados das medições coletados ao aplicativo de *software TESTLINK – SE322*. Cada uma das amostras tem o tempo de duração de 1 minuto. Os tempos das amostras são representativos em função de que a característica do ruído nos ambientes laborais se classifica como ruído contínuo e intermitente, conforme definido pela NHO 01, isto é, nos ambientes avaliados não tem o ruído de impacto e impulsivo.

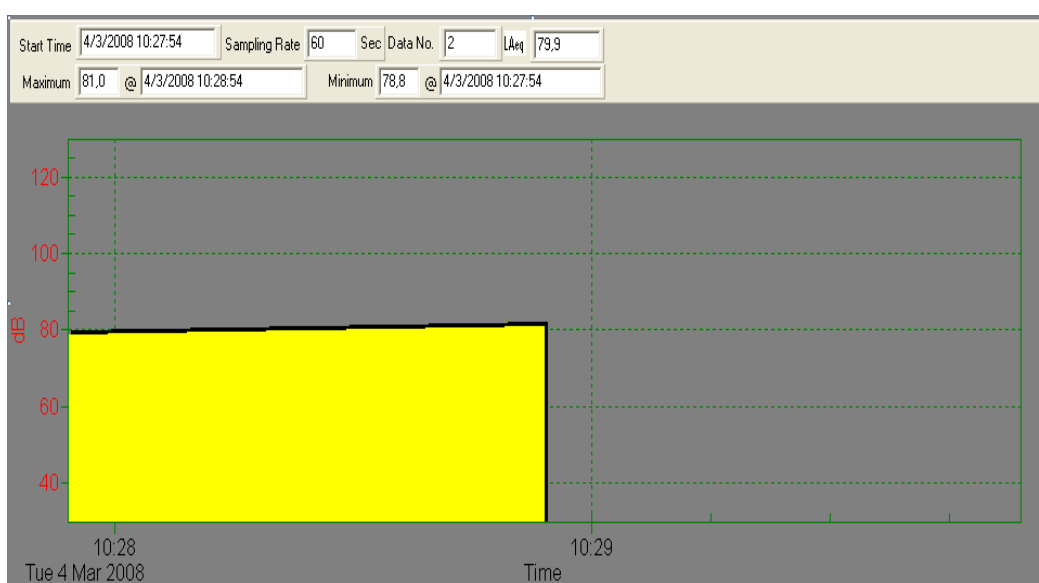


Figura 42 - LAeq obtido nas atividades de Auxiliar de Produção de biscoitos, Requerente 3. FONTE: O Autor.

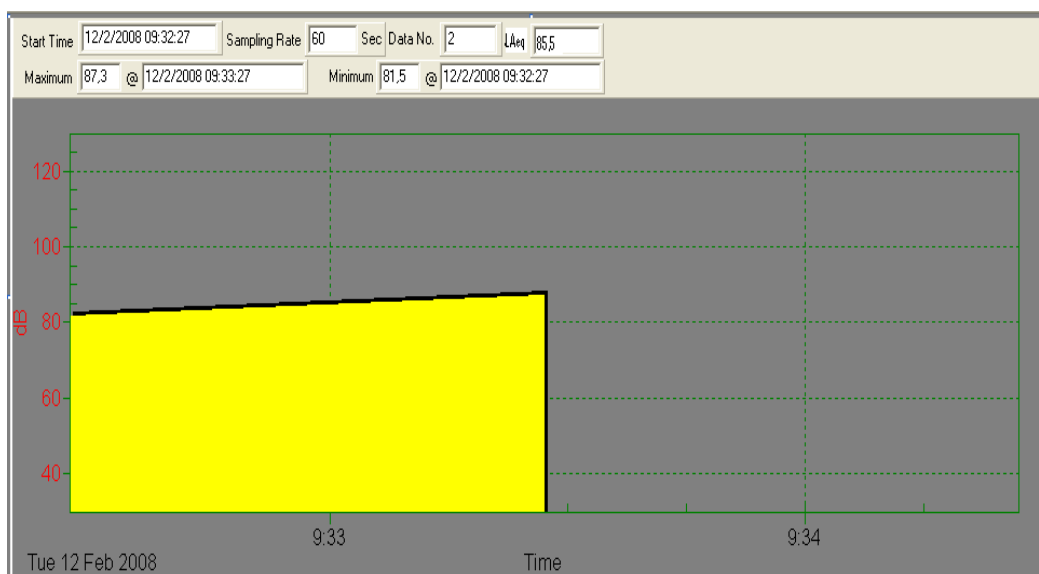


Figura 43 - LAeq obtido nas atividades de Auxiliar de Produção de torrefação de café, Requerente 3.

FONTE: O Autor.

No ambiente e nas atividades de trabalho do Requerente 2 ficou caracterizada a insalubridade pelo agente físico ruído nas atividades de Auxiliar de Produção na linha de torrefação de café. Nesta função o nível equivalente de ruído contínuo avaliado é acima do Limite de Tolerância de 85 dB(A) para uma jornada de 8 horas, de acordo com o especificado pela NR-15, ANEXO 1, LIMITE DE TOLERÂNCIA PARA RUÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE, com dose de exposição superior a unidade. Porém, na função de Auxiliar de Produção na linha de biscoitos a insalubridade não se caracteriza em função de que o nível equivalente de ruído contínuo avaliado é inferior ao Limite de Tolerância de 85 dB(A), conforme tabela 23 abaixo:

TABELA 23 - AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), PARA UMA JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS, DO REQUERENTE 3 DO CASO 3

|                           | Função                            |                                  |
|---------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
|                           | Auxiliar de Produção (torrefação) | Auxiliar de Produção (biscoitos) |
| <b>Intensidade</b>        | 81,1 a 87,6 dB(A)                 | 78,8 a 81,0 dB(A)                |
| <b>LAeq</b>               | 85,5 dB(A)                        | 80,0 dB(A)                       |
| <b>Dose</b>               | 1,07                              | 0,5                              |
| <b>Tempo de Exposição</b> | 8 h                               | 8 h                              |

FONTE: O AUTOR

Comparando-se os resultados das medições *in loco* tabulados na tabela 23 com o apresentado na tabela 20 verifica-se que há incompatibilidade parcial. O que permite inferir que no processo do Requerente 3, os documentos apresentados pela empresa no Caso 3, em situação que visa benefício por insalubridade não estão corretamente instruídos, o que pode gerar ônus indevido para o Estado.

Conclui-se, após a análise dos processos dos 3 requerentes da empresa do Caso 3, que as avaliações do ruído ambiental não foram corretamente apuradas. Portanto, os documentos depositados nos processos ajuizados na Vara Única Previdenciária de Curitiba, Seção Judiciária do Estado do Paraná, contra o Instituto Nacional de Seguro Social, não estão corretamente instruídos.

## 7.4 RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO 4

A empresa do setor de estruturas metálicas tem cerca de 70 funcionários. Em função disso cumpre o estabelecido na Norma Regulamentadora - 4 (NR-4) SERVIÇOS ESPECIALIZADOS EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA EM MEDICINA DO TRABALHO (SESMT), QUADRO II da Portaria nº 3.214 de 08 de junho de 1978, que estabelece um dimensionamento dos Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho vinculado à gradação de risco da atividade e ao número de funcionários, conforme a tabela 24:

TABELA 24 - DIMENSIONAMENTO DO SESMT DA EMPRESA DO CASO 4

| Grau de Risco | Nº de Empregados   | 50 a 100 | 101 a 250 | 251 a 500  | 501 a 1000 | 1001 a 2000 | 2001 a 3500 | 3501 a 5000 |
|---------------|--|----------|-----------|--|------------|-------------|-------------|-------------|
|               | Técnicos   |          |           |  |            |             |             |             |
| 3             | Técnico Seg.Trabalho<br>Engenheiro Seg. Trabalho<br>Aux.Enfermagem no Trabalho<br>Enfermeiro do Trabalho<br>Médico do Trabalho   |          |           |  |            |             |             |             |
| (*)-<br>(**)- | Tempo parcial (mínimo de três horas)<br>O dimensionamento total deverá ser feito levando-se em consideração o dimensionamento da faixa de 3.501 a 5.000 mais o dimensionamento do(s) grupo(s) de 4.000 ou fração de 2.000. |          |           | OBS.: Hospitais, Ambulatórios, Maternidades, Casas de Saúde e repouso, Clínicas e estabelecimento similares com mais de 500 (quinhentos) empregados deverão contratar um Enfermeiro do trabalho em tempo integral. |            |             |             |             |

FONTE: NR-4, QUADRO II SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO (2007)

Conforme a composição da tabela 24, dentro do SESMT a empresa não é obrigada a ter um departamento de Engenharia e Segurança do Trabalho. Em função disso a empresa contrata serviços terceirizados na área de Engenharia e Segurança do Trabalho para realizar o Programa de Prevenção de Risco Ambiental, para cumprir o especificado na NR-9, isto é preservar a saúde e a integridade dos trabalhadores. Apesar de a empresa estar desobrigada pela NR-4 em ter funcionários da área de segurança do trabalho, ela tem permanentemente em seu quadro de funcionários um técnico de segurança do trabalho. As atividades de controle da segurança laboral são realizadas pelo técnico de segurança do trabalho, o qual faz parte do quadro funcional da empresa.

Em face ao tamanho da empresa foi avaliado um processo cujo registro na JFPR é AUTOS nº 2004.70.00.029944-0.

A partir da verificação dos Laudos de avaliação do ruído ambiental no PPRA da empresa obtidos na pesquisa pericial e dos documentos DSS8030 do Requerente, anexados nos processos, passou-se a análise do conteúdo desses documentos com base nos parâmetros especificados pelas Normas NR-9, NHO 01 e OSHA, os quais foram detalhados no capítulo 4 desta pesquisa. Além disso, foi realizado o levantamento *in loco* das condições ambientais e operacionais da empresa.

1. A empresa não tem um planejamento periódico para estabelecer metas, prioridades e cronogramas para o controle do ruído ambiental. As decisões são tomadas em nível de medidas de segurança laborativas e operacionais na linha de produção;
2. A divulgação de ações e do controle da segurança ambiental através do departamento é realizada através do técnico de segurança do trabalho e pela Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA);
3. Em desacordo aos parâmetros especificados pelas Normas NR-15, NHO 01 e OSHA, os Laudos Técnicos de Avaliação Ambiental da empresa de



1994 a 2006 não têm as avaliações da exposição ao ruído ambiental nas funções dos trabalhadores, mas sim a avaliação do ruído das fontes geradoras. Não há registro da avaliação levando em conta a jornada de trabalho, conseqüentemente não há avaliação do ruído equivalente contínuo nas funções existentes na linha de produção;

4. Em desacordo aos parâmetros especificados pelas Normas NR-15, NHO 01 e OSHA discriminadas no capítulo 4, nos Laudos Técnicos de Avaliação Ambiental da empresa de 1994 a 2006, não está registrado a dose de ruído a que estão expostos os trabalhadores durante a jornada de trabalho;
5. A empresa terceirizada reavalia o ruído ambiental somente uma vez ao ano quando é feita a reedição anual do PPRA, especificado pela NR-9;
6. A empresa fornece, obriga e fiscaliza a utilização dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI), como protetores auriculares;
7. Nos documentos DSS8030 disponibilizados ao Requerente não há referência do nível de ruído equivalente para uma jornada de trabalho, isto é, não há referência ao período em que ocorreu a real exposição ao agente físico ruído;
8. Nos documentos DSS8030 disponibilizados ao Requerente não há registro da dose de exposição ao ruído a que estavam expostos na jornada de 8 horas de trabalho, como é especificado pelas Normas NR-15, Anexo 1 e NHO 01;
9. Nos documentos DSS8030 fornecidos ao Requerente para as diversas funções, há uniformidade nos dados apresentados com relação ao ruído. Porém, não é registrada a real exposição ao agente físico ruído, conforme especificado no art. 18 da Instrução Normativa nº 42 do INSS, conforme a tabela 25;

10. O responsável técnico pela avaliação do ruído ambiental e emissão do Laudo Ambiental da empresa do Caso 4 é o Engenheiro de Segurança do trabalho, que pertence à empresa terceirizada, a qual é contratada para realizar a avaliação do ruído ambiental.

TABELA 25 - VALOR DO NÍVEL DE PRESSÃO SONORA REGISTRADO NOS DOCUMENTOS DSS8030 DISPONIBILIZADOS AO REQUERENTE DO CASO 4

| <b>Autos</b>        | <b>Registro do Nível de Ruído</b> | <b>Documento</b> |
|---------------------|-----------------------------------|------------------|
| 2004.70.00.029944-0 | Ruído acima de 80 dB              | DSS8030          |

FONTE: O AUTOR

#### A- REQUERENTE 1

Avaliação da exposição ao ruído do Requerente dos Autos nº 2004.70.00.029944-0, nas funções de Servente, Serralheiro e Encarregado de Produção.

Na sequência das figuras 44 a 46, temos os gráficos com os valores integrados do nível sonoro equivalente LAeq obtidos a partir da submissão dos dados das medições coletados ao aplicativo de *software TESTLINK – SE322*. Cada uma das amostras tem o tempo de duração de 1 minuto. Os tempos das amostras são representativos em função de que a característica do ruído nos ambientes laborais se classifica como ruído contínuo e intermitente, conforme definido pela NHO 01, isto é, nos ambientes avaliados não tem o ruído de impacto e impulsivo.

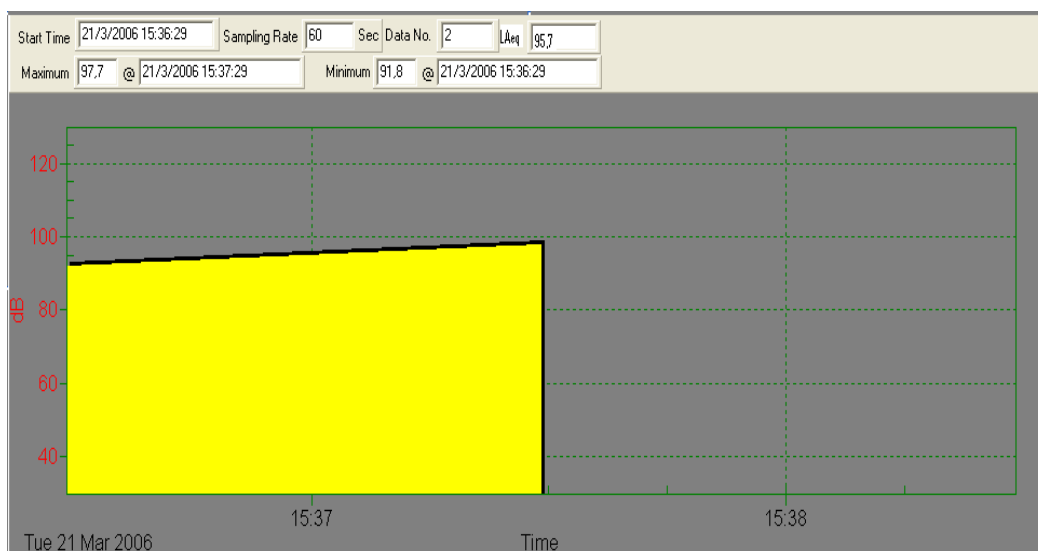


Figura 44 - LAeq obtido nas atividades de Servente, Requerente.

FONTE: O Autor.

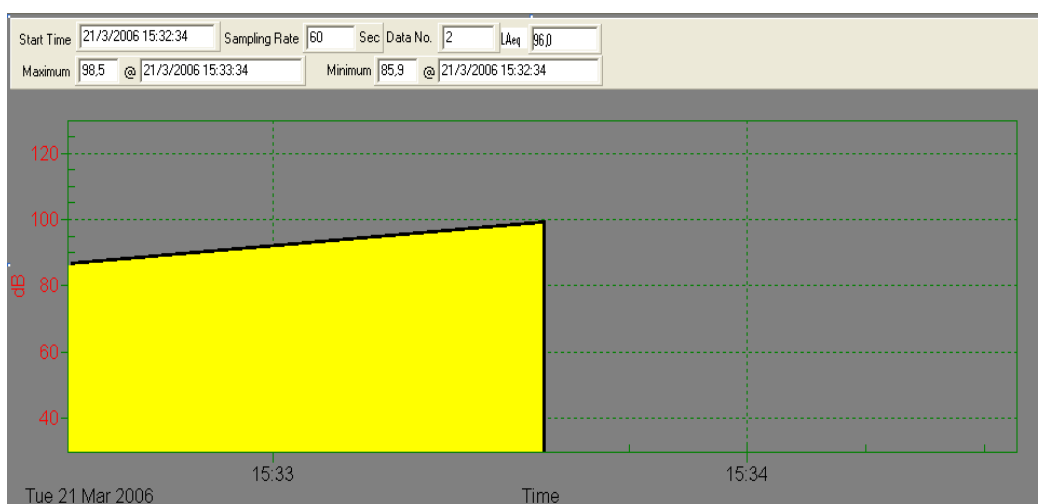


Figura 45 - LAeq obtido nas atividades de Serralheiro do Requerente.

FONTE: O Autor.

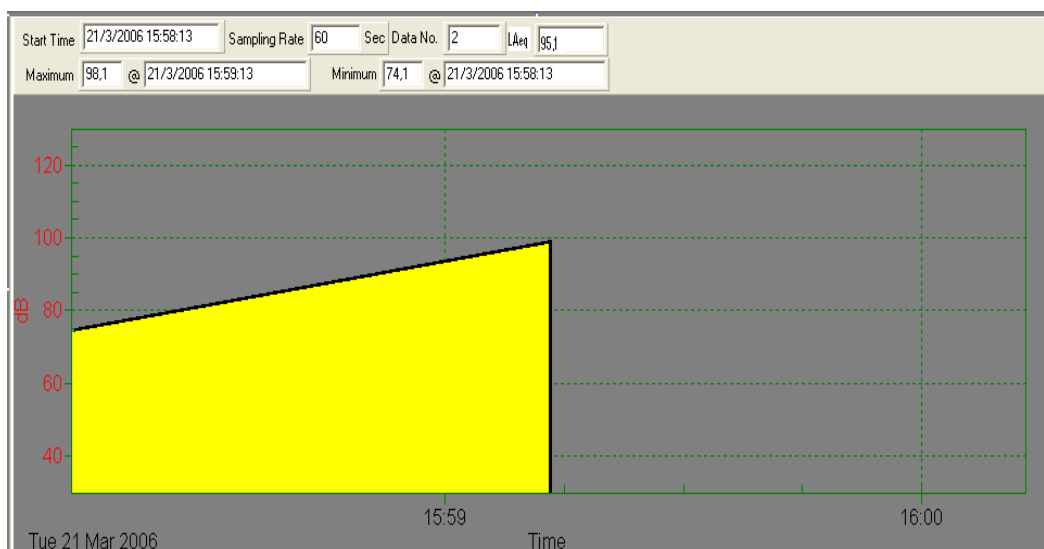


Figura 46 - L<sub>Aeq</sub> obtido nas atividades de Encarregado de Produção do Requerente 1.  
FONTE: O Autor.

No ambiente e nas atividades de trabalho do Requerente ficou caracterizada a insalubridade pelo agente físico Ruído nas atividades de todas suas funções. Os níveis equivalentes de ruído contínuo avaliados são acima do Limite de Tolerância de 85 dB(A) para uma jornada de 8 horas, de acordo com o especificado pela NR-15, ANEXO 1, LIMITE DE TOLERÂNCIA PARA RUÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE com dose de exposição ao ruído superior à unidade.

TABELA 26 - AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO LABORAL AO RUÍDO CONTÍNUO, PARA O LIMITE DE TOLERÂNCIA DE 85 dB(A), PARA UMA JORNADA DE TRABALHO DE 8 HORAS, DO REQUERENTE 1 DO CASO 4

|                           | Função      |                   |                         |
|---------------------------|-------------|-------------------|-------------------------|
|                           | Servente    | Serralheiro       | Encarregado de Produção |
| <b>Intensidade</b>        | 91,8 a 97,9 | 85,9 a 98,8 dB(A) | 74,1 a 98,3 dB(A)       |
| <b>L<sub>Aeq</sub></b>    | 95,8 dB(A)  | 96,0 dB(A)        | 95,3 dB(A)              |
| <b>Dose</b>               | 4,47        | 4,6               | 4,17                    |
| <b>Tempo de Exposição</b> | 8 h         | 8 h               | 8 h                     |

FONTE: O AUTOR

Comparando-se os resultados das medições *in loco* tabulados na tabela 26 com o apresentado na tabela 25 verifica-se que há compatibilidade. O que permite inferir que no processo do Requerente, os documentos apresentados pela empresa

no Caso 4, em situação que visa benefício por insalubridade estão incorretamente instruídos.

Conclui-se, portanto, que no âmbito desta pesquisa, somente no Caso 4, valores compatíveis ou similares foram encontrados quando se compara os dados depositados nos processos da JFPR, com os dados levantados pelo Perito na avaliação *in loco*. Isto muito embora a empresa do Caso 4 também não atenda os critérios estabelecidos nas Normas NR-9, NHO 01 e OSHA, para avaliação do ruído ambiental.

## 7.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados apurados e fornecidos pelas empresas, em seus levantamentos do ruído ambiental nas funções avaliadas em todos os estudos de caso, do ponto de vista laboral e da exposição ao agente físico ruído não atendem às recomendações especificadas nas Normas e legislações em cada uma das atividades. Os resultados obtidos *in loco* nesta pesquisa são evidências objetivas de que os critérios, os procedimentos e parâmetros estabelecidos nas Normas referenciadas, não são obedecidos para a avaliação da exposição ao ruído ambiental, quer seja do ponto de vista técnico quanto do ponto de vista legal.

Após realizadas as análises dos casos abordados, para ilustrar a discussão verificamos junto à Vara Única Previdenciária de Curitiba, Seção Judiciária do Estado do Paraná, os pagamentos efetivados, mensais e anuais no período de 2005 a 2007, para realização de perícias em empresas de Curitiba, para comprovação das condições ambientais de trabalho à concessão de aposentadoria por tempo de contribuição, em atividade especial, pela exposição ao ruído ambiental de modo insalubre conforme apresentados nos gráficos 1 e 2. Assim como os benefícios previdenciários mensais e anuais pagos pelo Instituto Nacional do Seguro Social de Curitiba, pela concessão de aposentadoria por tempo de serviço no período de 2005 a 2007, conforme apresentado nos gráficos 3 e 4.

Os gráficos 1 e 2 demonstram que os valores gastos pela JFPR com perícias vêm decaindo de 2005 para 2007 na cidade de Curitiba, porém, considerando-se que existem normas que definem exatamente como as medições de ruído devem ser realizadas e registradas, há que se alertar aqui que estes valores não necessariamente deveriam ser dispensados casos as empresas observassem as Normas vigentes.

Outra questão a ser levantada é o fato de que muitos trabalhadores devem ter recebido indevidamente benefícios por insalubridade num passado recente, quando a JFPR e o INSS não executavam rotineiramente perícias nos casos de reclamações e indenização por perda auditiva induzida por ruído.

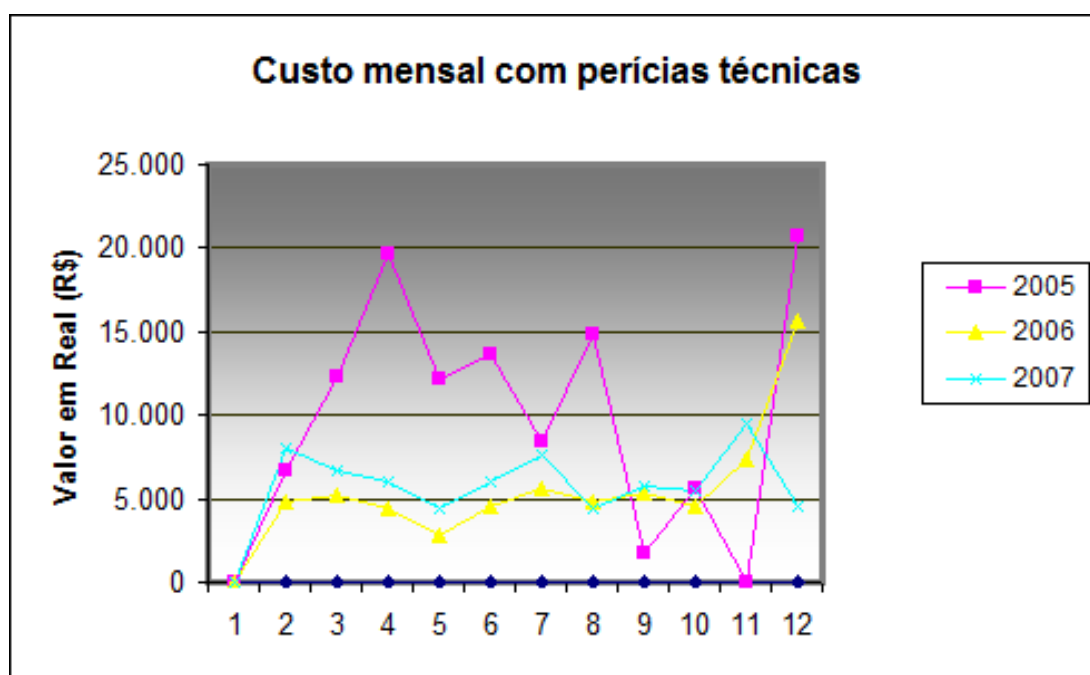


Gráfico 1 - Pagamento mensal efetivado pela JFPR- Curitiba, à realização de perícias para verificação de insalubridade ao ruído no período de 2005 a 2007.

FONTE: O Autor.

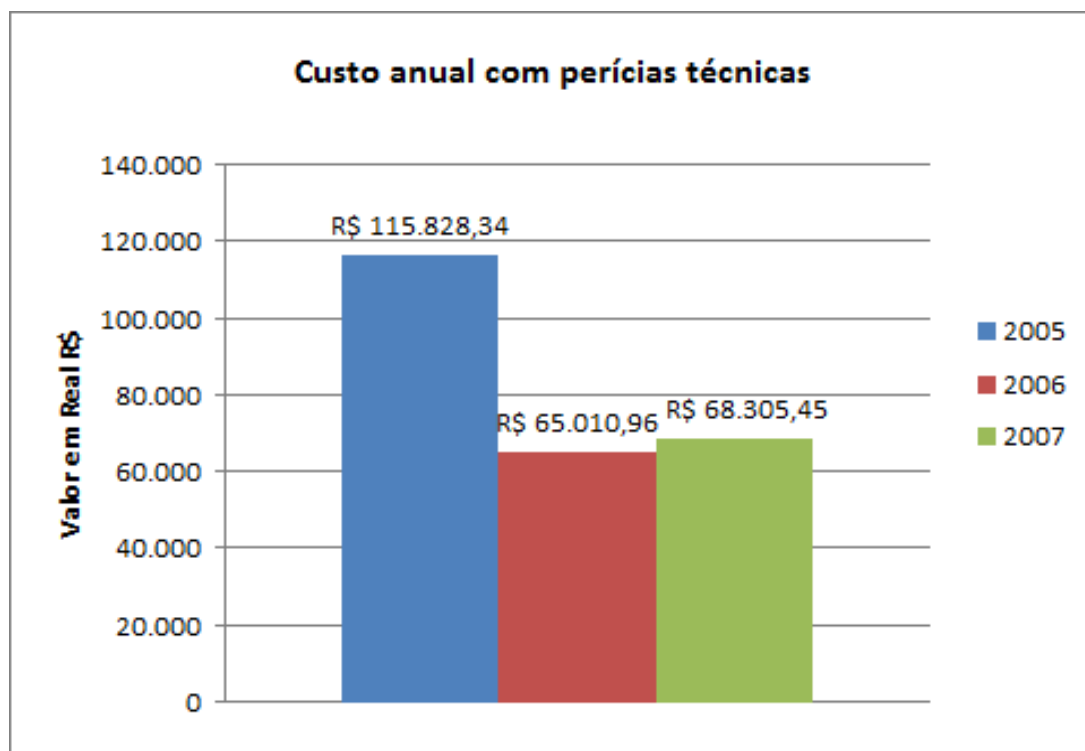


Gráfico 2 - Pagamento anual efetivado pela JFPR - Curitiba, à realização de perícias para verificação de insalubridade ao ruído nos período 2005 a 2007.  
 FONTE: O Autor

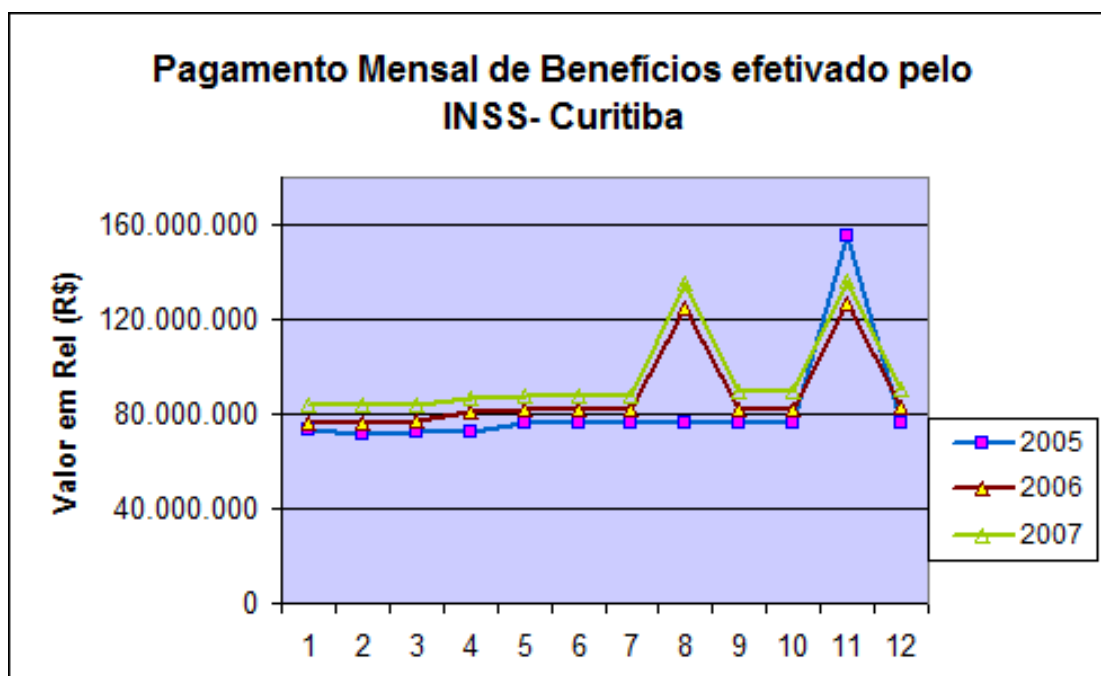


Gráfico 3 - Pagamento mensal efetivado pelo INSS - Curitiba, com benefícios previdenciários no período de 2005 a 2007.  
 FONTE: O Autor.

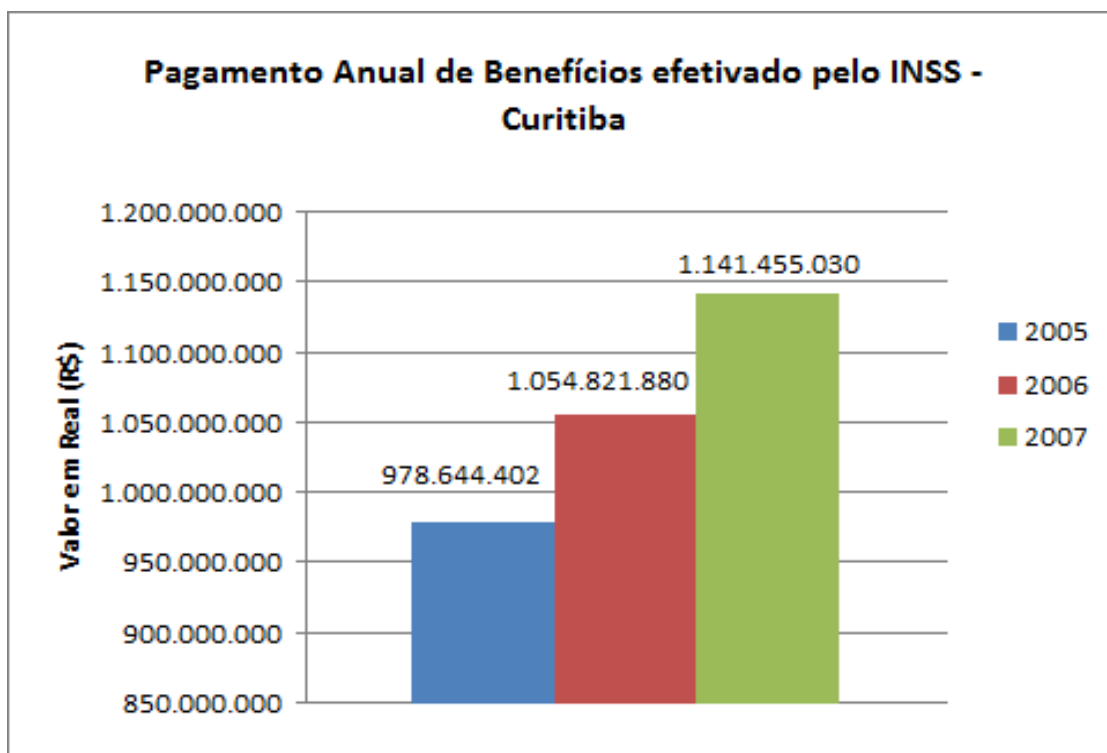


Gráfico 4 - Pagamentos anuais efetivados pelo INSS - Curitiba, com benefícios previdenciários no período de 2005 a 2007.

FONTE: O Autor.

Os gráficos 3 e 4 demonstram que os valores pagos pelo INSS, agência de Curitiba, com benefícios previdenciários vêm aumentando de 2005 para 2007 a uma taxa de 8% ao ano. Em uma análise simples poderíamos considerar que os pagamentos estão estáveis, se considerarmos que neles estão incorporados a reposição inflacionária e o ganho real da massa salarial. Porém, como as Normas que avaliam o enquadramento das atividades insalubres não são seguidas corretamente, há que se alertar também que benefícios previdenciários estão sendo pagos indevidamente. Portanto, economia poderia ser efetivada para os cofres da previdência social, pelo não pagamento de benefícios indevidos, haja vista que a previdência social brasileira, hoje acumula déficits financeiros em suas contas.

Por fim, tendo em vista os resultados obtidos nos estudos de caso e comparando estes resultados com os gastos efetuados pelos órgãos competentes, conclui-se que há gastos indevidos com perícias e benefícios, pois os laudos das empresas não estão corretamente instruídos, em função da avaliação incorreta do ruído ambiental. As evidências são objetivas e apontam para alguns pontos importantes:



- 1- As medições de ruído são realizadas na fonte geradora e não no receptor, conforme estabelecem as Normas consultadas;
- 2- As empresas avaliam os níveis mínimos e máximos de ruído e não o LAeq , conforme as normas definem;
- 3- Muitos laudos são emitidos por pessoas despreparadas tecnicamente, o que compromete a qualidade de informação;
- 4- Muitos laudos não fornecem informações importantes como o tempo de exposição e não há uniformidade entre as anotações;
- 5- As empresas contrariando as Normas vigentes, não planejam adequadamente suas ações para avaliação do ruído ambiental;
- 6- Algumas empresas, em função do número de funcionários, terceirizam os serviços de medição e controle do ruído ambiental, o que pode influir na qualidade das avaliações, pela falta de comprometimento do terceirizado com a empresa contratante.

## CONCLUSÃO

Esta pesquisa buscou estudar e avaliar os procedimentos adotados pelas empresas para cumprir o disposto nas Normas e Legislação brasileira, ao avaliar o ruído em seus ambientes laborais, para disponibilizá-los aos órgãos competentes, no atendimento à saúde ocupacional. Para isto estudou-se empresas de grande, médio e pequeno porte, que atuam em segmentos produtivos distintos.

Verificou-se que a legislação e as normas técnicas nas empresas estudadas não estão sendo adequadamente cumpridas em relação à avaliação e controle do ruído ambiental. Estes fatores favorecem pagamentos de custas judiciais e pagamentos indevidos de benefícios pelo Estado, além de que podem incidir para as empresas pagamentos indevidos com indenizações trabalhistas, em função de ações judiciais.

Nas análises dos laudos de avaliação ambiental das empresas, os quais foram disponibilizados durante as perícias objeto desta pesquisa, constatou-se que os levantamentos para avaliar o ruído ambiental são realizados nas fontes geradoras. Portanto, não seguem os critérios estabelecidos pela NHO 01 e pela OSHA. As avaliações ambientais do ruído são precárias em seu monitoramento e tabulação.

Nos quatro casos estudados nesta pesquisa, com exceção do Caso 2, as avaliações do ruído ambiental realizadas pelas empresas são setoriais e registram o nível de ruído das fontes geradoras, isto é, dos equipamentos e máquinas existentes no ambiente, não há a avaliação do nível sonoro equivalente de ruído (LAeq), nas funções laborais existentes na linha de produção e nem a dose de exposição ao ruído ambiental a que os trabalhadores estão submetidos durante suas jornadas de trabalho. Os equipamentos utilizados na linha de produção não permanecem em funcionamento contínuo durante toda a jornada laboral dos Requerentes, induzindo ao erro na avaliação.

Somente no caso 4 observou-se compatibilidade entre os dados demonstrados no processo e os verificados pelo Perito *in loco*. Porém, nos laudos ambientais os critérios e parâmetros estabelecidos nas normas vigentes para avaliação do ruído ambiental não são seguidos, o que permite inferir que estão sendo cometidos erros na avaliação e de registros, em função da não observância correta das Normas vigentes. As Normas a ser seguidas para o levantamento do ruído ambiental são OSHA e NHO 01 e devem ser obedecidos aos Limites de Tolerância para a exposição laboral, conforme estabelecido pela NR-15, ANEXO 1 e ANEXO 2.

Os dados obtidos *in loco*, por sua vez, mostraram que a exposição diária ao ruído está abaixo do Limite de Tolerância especificado pelas Normas Regulamentadoras, mais especificamente a NR-15. Uma das hipóteses levantadas é de que isso ocorra pela falta de qualificação dos profissionais responsáveis pela elaboração dos Laudos Ambientais. Outro fato percebido é que sendo os profissionais pertencentes ou não ao quadro funcional da empresa há erros na avaliação do ruído ambiental de modo similar.

Apesar da NR-9 definir no seu artigo 9.3.1.1 que qualquer pessoa ou equipe, a critério do empregador, pode fazer o PPRA, nesta pesquisa observou-se que aqueles assinados por profissionais, como por exemplo, o médico do trabalho, contém erros de avaliação, provavelmente por falta de capacitação técnica. Tal constatação sugere a necessidade da revisão do artigo supracitado da NR-9.

Também entendemos que na falta de fiscalização e controle pelo Ministério do Trabalho e Emprego tem a origem as falhas cometidas pelos responsáveis de avaliações e emissão dos laudos técnicos ambientais.

Para uma maior abrangência de futuros estudos sugere-se uma pesquisa multidisciplinar para avaliar a capacitação técnica com relação à avaliação do ruído ambiental nos cursos de formação da Engenharia de Segurança do Trabalho, bem como também o impacto da terceirização deve ser considerado na execução da avaliação da exposição do ruído ambiental.

Em síntese, os custos pela incorreção na avaliação do ruído ambiental têm um peso muito significativo, quer relativamente aos casos estudados, quer por inferência, na realidade nacional. Tal fato tem repercussões econômicas significativas, afetando não só o Estado, como também os empresários e à sociedade como um todo.

## REFERÊNCIAS

ABERLE, G. *et al.* **Verband der Automobilindustrie e. V (VDA)**. Druckereit Henrich, Reinlandstrasse 62, Frankfurt, 1978.

ALEXANDRY, F. G. **O Problema do Ruído Industrial e seu Controle**. FUNDACENCTRO, série técnica, São Paulo, 1978.

AZEVEDO, A. P. M. **Efeito de Produtos Químicos e Ruído na Gênese de Perda Auditiva Ocupacional**. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Setor de Ciências Biológicas, Escola Nacional de Saúde Pública Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <http://teses.icict.fiocruz.br/pdf/azevedoapmm.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2008.

BERANEK, L. **Noise and vibration control**. New York, MacGraw-Hill, 1971.

BERNARDI *et al.* **Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR)**. MINISTÉRIO DA SAÚDE - Secretaria de Atenção à Saúde Departamento de Ações Programáticas Estratégicas, Área Técnica de Saúde do Trabalhador, Esplanada dos Ministérios, bloco G, Edifício Sede, sala 603, Brasília, DF, 2006. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/06\\_0444\\_M.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/06_0444_M.pdf). Acesso em: 01 mar. 2008.

BIES, D. A.; HANSEN, C. H. **Engineering Noise Control: Theory and Practice**. 3. ed. London: Spon Press, 11 New Fetter Lane, 2003.

BONALDI, L. V. *et al.* **Bases Anatômicas da Audição e do Equilíbrio**. Livraria Santos Ltda, Brasil, 2004.

BRASIL. **Segurança e Medicina Do Trabalho**, Lei n. 6.514, de 22 de dezembro de 1977. Norma Regulamentadora 4 (NR-4), Aprovada pela Portaria n. 3.214, de 8 de junho de 1978. 61. ed. São Paulo, 2007.

BRASIL. **Segurança e Medicina Do Trabalho**, Lei n. 6.514, de 22 de dezembro de 1977. Norma Regulamentadora 9 (NR-9). Aprovada pela Portaria n. 3.214, de 8 de junho de 1978. 61. Ed. São Paulo, 2007.

BRASIL. **Segurança e Medicina Do Trabalho**, Lei n. 6.514, de 22 de dezembro de 1977. Norma Regulamentadora 15 (NR-15), Aprovada pela Portaria n. 3.214, de 8 de junho de 1978. 61. ed. São Paulo, 2007.

BRASIL. Decreto n. 53.831, de 25 de março de 1964. Regulamenta o disposto o art. 31, da Lei n. 3.807, de 26 de agosto de 1960, Leis Orgânicas da Previdência Social, que dispõe sobre a aposentadoria especial. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 abril 1964. Disponível em: <http://www3.dataprev.gov.br/SISLEX/paginas/23/1964/53831.htm>. Acesso em: 22 abr. 2008.

BRASIL. Decreto n. 72.771, de 06 de setembro de 1973. Aprova em nova redação, o anexo Regulamento do Regime de Previdência Social, instituído pela Lei n. 3.807, de 26 de agosto de 1960. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 abr. 1973. Disponível em: <http://www010.dataprev.gov.br/sislex/paginas/23/1973/72771.htm>. Acesso em: 22 abr. 2008.

BRASIL. Decreto n. 83.080, de 29 de janeiro de 1979. Aprova o Regulamento dos Benefícios da Previdência Social. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 jan. 1979. Disponível em: <http://www3.dataprev.gov.br/SISLEX/paginas/23/1979/83080.htm>. Acesso em: 22 abr. 2008.

BRASIL. Decreto n. 357, de 09 de dezembro de 1991. Aprova o Regulamento dos Benefícios da Previdência Social. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 dez. 1991. Disponível em: <http://www010.dataprev.gov.br/sislex/paginas/23/1991/357.htm>. Acesso em: 22 abr. 2008.

BRASIL. Decreto n. 611, de 22 de julho de 1992. Dá nova redação ao Regulamento dos Benefícios da Previdência Social, aprovado pelo Decreto n. 357, de 7 de dezembro de 1991. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 jul. 1992. Disponível em: <http://www010.dataprev.gov.br/sislex/paginas/23/1992/611.htm>. Acesso em: 22 abr. 2008.

BRASIL. Decreto n. 2.172, de 06 de março de 1997. Aprova o Regulamento dos Benefícios da Previdência Social. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 6 mai. 1997. Disponível em: <http://www010.dataprev.gov.br/sislex/paginas/23/1997/2172.htm>. Acesso em: 22 abr. 2008.

BRASIL. Decreto n. 3.048, de 06 de maio de 1999. Aprova o Regulamento dos Benefícios da Previdência Social. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 7 mai. 1999. Disponível em: <http://www010.dataprev.gov.br/sislex/paginas/23/1999/3048.htm>. Acesso em: 22 abr. 2008.

BRASIL. Decreto n. 4.882, de 18 de novembro de 2003. Altera dispositivos do Regulamento da Previdência Social, aprovado pelo Decreto n. 3.048, de 6 de maio de 1999. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 mai. 2003. Disponível em: <http://www010.dataprev.gov.br/sislex/paginas/23/2003/4882.htm>. Acesso em: 22 abr. 2008.

BRASIL. Justiça Federal no Paraná. Ação Ordinária n. 2002.70.00.00.012771-0, da Vara Federal Previdenciária de Curitiba Réu: INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL – INSS, 2002.

BRASIL. Justiça Federal no Paraná. Ação Ordinária n. 2003.70.00.00.058064-0, da Vara Federal Previdenciária de Curitiba. Réu: INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL – INSS, 2003.

BRASIL. Justiça Federal no Paraná. Ação Ordinária n. 2003.70.00.00.063272-0, da Vara Federal Previdenciária de Curitiba. Réu: INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL – INSS, 2003.

BRASIL. Justiça Federal no Paraná. Ação Ordinária n. 2004.70.00.00.018037-0, da Vara Federal Previdenciária de Curitiba. Réu: INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL – INSS, 2004.

BRASIL. Justiça Federal no Paraná. Ação Ordinária n. 2004.70.00.00.029825-2, da Vara Federal Previdenciária de Curitiba. Réu: INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL – INSS, 2004.

BRASIL. Justiça Federal no Paraná. Ação Ordinária n. 2004.70.00.00.029944-0, da Vara Federal Previdenciária de Curitiba. Réu: INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL – INSS, 2004.

BRASIL. Justiça Federal no Paraná. Ação Ordinária n. 2005.70.00.00.017355-1, da Vara Federal Previdenciária de Curitiba. Réu: INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL – INSS, 2005.

BRASIL. Justiça Federal no Paraná. Ação Ordinária n. 2005.70.00.00.019826-2, da Vara Federal Previdenciária de Curitiba. Réu: INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL – INSS, 2005.

BRASIL. Justiça Federal no Paraná. Ação Ordinária n. 2006.70.00.00.017011-6, da Vara Federal Previdenciária de Curitiba. Réu: INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL – INSS, 2006.

BRASIL. Justiça Federal no Paraná. Ação Ordinária n. 2006.70.00.00.014491-9, da Vara Federal Previdenciária de Curitiba. Réu: INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL – INSS, 2006.

BRASIL. Justiça Federal no Paraná. Ação Ordinária n. 2006.70.00.00.029347-0, da Vara Federal Previdenciária de Curitiba. Réu: INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL – INSS, 2006.

BRASIL. Justiça Federal no Paraná. Ação Ordinária n. 2006.70.00.00.030715-8, da Vara Federal Previdenciária de Curitiba. Réu: INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL – INSS, 2006.

BRASIL. Justiça Federal no Paraná. Ação Ordinária n. 2007.70.00.00.022961-9, da Vara Federal Previdenciária de Curitiba. Réu: INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL – INSS, 2007.

BRASIL. Justiça Federal no Paraná. Ação Ordinária n. 2007.70.00.00.026052-3, da Vara Federal Previdenciária de Curitiba. Réu: INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL – INSS, 2007.

BRÜEL & KJAER. **Environmental Noise**. Denmark: Brüel & Kjaer Sound & Vibration Measurement A/S, 2000.

CORRÊA, J. A. P. **Introdução à Perícia Judicial de Insalubridade e Periculosidade**. Belo Horizonte, Livraria Del Rey Editora Ltda, 1998.

COSTA, S. S. **Audição, comunicação e linguagem: um convite à reflexão**. Revista HCPA, Porto Alegre, v. 19, n. 2, p. 147-166, agosto 1999. Disponível em: <[http://www.hcpa.ufrgs.br/downloads/RevistaCientifica/1999/1999\\_19\\_2.pdf](http://www.hcpa.ufrgs.br/downloads/RevistaCientifica/1999/1999_19_2.pdf)>. Acesso em: 31 jan. 2008.

DIAS, A. *et al.* **Associação entre perda auditiva induzida pelo ruído e zumbidos**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p. 63-68, jan. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v22n1/07.pdf>>. Acesso em: 8 jan. 2008.

Environmental Health Criteria 12, **NOISE**. WORLD HEALTH ORGANIZATION, Geneva, 1980.

ESEC Escola Superior de Ensino de Coimbra, **O SOM**. Disponível em: <<http://esec.pt/~pcarvalho/pisom.html>>. Acesso em: 22 abr. 2008.



FLEIG, R. **Perda Auditiva Induzida por Ruído em Motoristas de Caminhão de Lixo Urbano**. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004. Disponível em: <http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/14986.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2008.

FUNDACENTRO, **NORMA DE HIGIENE OCUPACIONAL – NHO 01: Avaliação da exposição ocupacional ao ruído**. Ministério do Trabalho e Emprego - MTBE, FUNDACENTRO – Fundação Jorge Duprat Figueiredo. Brasília, 1999.

GERGES, S. N. Y. **Ruído: Fundamentos e Controle**. 1. ed. Florianópolis: Imprensa da Universidade Federal de Santa Catarina, 1992.

GOELZER, B. *et al.* **Occupational Exposure to Noise: Evaluation, Prevention and control**, Dortmund/Berlin: Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH Burgermeister – Smidt-Str 74-76, DE- 27568 Bremerhaven, 2001.

HARRIS, C. M. **Handbook of Noise Control**. 5. ed. New York: McGraw-Hill Book Company, 2002.

HORVATH JÚNIOR, M. **Direito Previdenciário**. 3. ed. São Paulo: Editora Quartier Latin do Brasil, 2003.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 1999: Acoustics – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment**. Suíça, 1990.

JENSEN, P. *et al.* **NIOSH: TECHNICAL REPORT - Industrial Noise Control Manual**. Ohio, U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND EDUCATION, AND WELFARE, Public Health Service, Center for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, Division of Physical Sciences and Engineering, Cincinnati, dec. 1978. Disponível em: <http://www.cdc.gov/niosh/79-117pd.html>. Acesso em: 29 out. 2007.

KINSLER, L. E. *et al.* **Fundamentals of Acoustics**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1982.

LÓPEZ, M. R. **Acústica Arquitectónica Aplicada**. Madri: Editorial Paraninfo, 1999.

MAIA, P. A. **Estimativa de Exposições não contínuas a Ruído**. São Paulo: Fundacentro, 2002.

MATHUR, N. N.; ROLAND, P. S. **Inner ear, noise-induced hearing loss**. E - Medicine from website. May 2, 2007. Disponível em: <<http://www.emedicine.com/ent./topic723.Htm>>. Acesso em: 05 mar. 2008.

MEHTA, M. **Architectural Acoustics: Principles and Design**. New Jersey: Prentice Hall, 1999.

NEPOMUCENO, L. X. **Acústica Técnica**. 1. ed. São Paulo: Editora Técnico-Científica Industrial Ltda. – ETEGIL, 1968.

PATRICIO, J. **Acústica de Edifícios: Índices de Isolamento a sons de percussão utilizados no espaço europeu**. Revista de Acústica, Madri, v. 36, n. 1 y 2, primer y segundo trimestre de 2005. Disponível em: <<http://www.sea-acustica.es/revista/VOL36-12/06.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2007.

RAJADEL, R. E. M. *et al.* **Pesquisa auditiva en trabajadores expuestos al ruido industrial**. Revista Cubana de Medicina General e Integral, Havana, v. 22, n. 3, jul. – sep. 2006. Disponível em: <[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21252006000300003&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252006000300003&lng=es&nrm=iso)>. Acesso em: 30 jan. 2008.

RUSSO, I. P.; SANTOS T. M. **A prática da audiologia clínica**. São Paulo: Cortez, 2005.

SCHNEIDER, E. *et al.* **NOISE-INDUCED HEARING LOSS**. Noise in figures, Luxembourg: European Agency for Safety and Health at Work, p. 49-66, 01 feb. 2006. Disponível em: <<http://osha.europa.eu/en/publications/reports/6905723>>. Acesso em: 7 fev. 2008.

SALIBA, T. M. **Manual Prático de Avaliação e Controle do Ruído: PPRA**. 2. ed. São Paulo: Editora LTr, 2001.

SCHULTZ, T. J. **Community Noise Rating**. 2. ed. Londres – Nova Iorque, 1972.

TREGENZA T. **A step wise approach to noise at work**, MAGAZINE: NOISE AT WORK, Luxembourg: Office for Official Publications of European Communities, v. 8, p. 11-13, 20 julho, 2005. Disponível em: <<http://osha.europa.eu/en/publications/magazine/8>>. Acesso em: 25 jan. 2008.

UGALDE, A. C. L. *et al.* **Hipoacusia por ruido: Un problema de salud y de conciencia pública.** Rev. Fac Med UNAM, Mexico, v. 43, n. 2, marzo – abril, 2000. Disponível em: <http://www.ejournal.unam.mx/rfm/no43-2/RFM43202.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2008.

WELLS ASTETE, M. **Riscos físicos.** São Paulo: FUNDACENTRO, 1991.